



Nr. 1384

TU Verteiler 3

Aushang

*Herausgegeben von der
Präsidentin der
Technische Universität
Braunschweig*

*Redaktion:
Geschäftsbereich 1
Universitätsplatz 2
38106 Braunschweig
Tel. +49 (0) 531 391-4306
Fax +49 (0) 531 391-4340*

Datum: 28.09.2021

Neufassung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang „Metrologie und Messtechnik“ an der Technischen Universität Braunschweig, Fakultät für Maschinenbau

Hiermit wird die vom Fakultätsrat der Fakultät für Maschinenbau in der Sitzung vom 22.09.2021 beschlossene und durch das Präsidium der Technischen Universität Braunschweig im Umlaufverfahren vom 24.09.2021 genehmigte Neufassung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang „Metrologie und Messtechnik“ (HÖB 1209 vom 23.03.2018, zuletzt geändert durch HÖB 1371 vom 14.09.2021) der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Braunschweig hochschulöffentlich bekannt gemacht.

Diese Ordnung tritt am 01. Oktober 2021 in Kraft.

Weitere Regeln und die Übergangsregeln entnehmen Sie bitte der angehängten Ordnung, § 15, Absatz 2-4.

Besonderer Teil der Prüfungsordnung für den Studiengang „Metrologie und Messtechnik“ mit dem Abschluss „Master of Science“ an der Technischen Universität Braunschweig

Entsprechend § 1 Abs. 2 des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung für die Bachelor-, Master-, Diplom- und Magisterstudiengänge an der Technischen Universität Braunschweig (APO), TU-Verkündungsblatt Nr. 1209 vom 23.03.2018, zuletzt geändert mit TU-Verkündungsblatt Nr. 1251 vom 25.04.2019, hat der Fakultätsrat der Fakultät für Maschinenbau am 22.09.2021 die folgende Neufassung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung (TU-Verkündungsblatt Nr. 1036 v. 26.01.2015; zuletzt geändert durch TU-Verkündungsblatt Nr. 1371 v. 14.09.2021) für den Studiengang „Metrologie und Messtechnik“ mit dem Abschluss „Master of Science“ beschlossen:

§ 1 Regelstudienzeit

Die Studienzeit, in der das Studium abgeschlossen werden kann, beträgt 4 Semester (Regelstudienzeit).

§ 2 Gliederung und Umfang des Studiums

(1) Das Studium ist in Modulen organisiert und umfasst insgesamt 120 Leistungspunkte (LP). Das Studium gliedert sich in folgende Bereiche:

- A Pflichtbereich Grundlagen
- B Pflichtbereich Fachkomplementäre Qualifikationen
- C Wahlpflichtbereich (Labor- und Profilbereich) mit den Vertiefungsrichtungen
 - Sensorik und Messprinzipien
 - Systemtechnik und Signalverarbeitung
 - Messverfahren und Anwendungen
- D Wahlbereich Fachliche Qualifikationen
- E Überfachliche Profilbildung
- F Studienarbeit
- G Abschlussmodul

- (2) Im Pflichtbereich Grundlagen sind Module gemäß Anlage 1 (A – Pflichtbereich Grundlagen) und Anlage 2 (1. Pflichtbereich Grundlagen) im Umfang von insgesamt 15 LP zu absolvieren.
- (3) Im Pflichtbereich Fachkomplementäre Qualifikationen sind Module gemäß Anlage 1 (Bereich B – Pflichtbereich Fachkomplementäre Qualifikationen) und Anlage 2 (2. Fachkomplementäre Qualifikationen) im Umfang von insgesamt 15 LP nach Vorgabe des Prüfungsausschusses zu absolvieren. Der Prüfungsausschuss orientiert sich bei seiner Festlegung daran, welche Kenntnisse nach § 2 Abs. 1 Buchst. b in Verbindung mit der Anlage 1 der Neufassung der Ordnung über den Zugang und die Zulassung für den konsekutiven Masterstudiengang „Metrologie und Messtechnik“ an der Technischen Universität Braunschweig (TU-Verkündungsblatt Nr. 1355 v. 31.05.2021), im Folgenden „ZO“, bereits nachgewiesen oder nicht nachgewiesen wurden. Der Prüfungsausschuss wird dabei diejenigen Fachgebiete zum Absolvieren auswählen, die weder im Rahmen der Zulassung nachgewiesen wurden, noch im Zulassungsbescheid Gegenstand einer Nebenbestimmung waren.

Sollte eine solche Festlegung nicht möglich sein, weil alle Bereiche der Anlage 1 ZO abgedeckt sind, wird der Prüfungsausschuss Module aus dem Wahlbereich Fachliche Qualifikationen gemäß Anlage 1 (D – Wahlbereich Fachliche Qualifikationen) und Anlage 2 (12. Wahlbereich Fachliche Qualifikationen) auswählen, die den bisherigen Studienverlauf der oder des Studierenden sinnvoll ergänzen. Sofern die Auswahlkommission nach § 5 Abs. 2 ZO sowohl in der generellen Zusammensetzung als auch bei der konkreten Entscheidung überwiegend mit Mitgliedern der Hochschullehrergruppe besetzt ist, kann der Prüfungsausschuss die Entscheidung nach diesem Absatz widerruflich der Auswahlkommission übertragen, welche dann im eigenen Namen entscheidet. Studentische Mitglieder haben stets nur beratende Stimme.

- (4) Im Wahlpflichtbereich sind in der gewählten Vertiefung gemäß Anlage 1 (C – Wahlpflichtbereich mit den Vertiefungsrichtungen) und Anlage 2 (Bereiche 3. bis 11.) Module im Umfang von insgesamt 22 LP zu absolvieren, wobei genau ein Modul aus dem Laborbereich, sowie drei Module aus dem Profilbereich gewählt werden müssen.
- (5) Im Wahlbereich Fachliche Qualifikationen sind Module im Umfang von insgesamt 15 LP zu absolvieren. Diese können aus allen Modulen des Wahlpflichtbereichs mit einem Modulumfang von 5 LP gemäß Anlage 1 (C – Wahlpflichtbereich mit den Vertiefungsrichtungen) und Anlage 2 (Bereiche 3., 5., 6., 8., 9., 11.) und zusätzlich aus einem eingeschränkten Katalog gemäß Anlage 1 (D – Wahlbereich Fachliche Qualifikationen) und Anlage 2 (12. Wahlbereich Fachliche Qualifikationen) gewählt werden.
- (6) Im Studienverlauf sind 8 LP im Bereich Überfachliche Profilbildung gemäß Anlage 1 (Bereich E) und Anlage 2 (Bereich 10.) zu absolvieren. Näheres regelt § 11.
- (7) Es ist eine Studienarbeit im Umfang von 15 LP gemäß Anlage 1 (Bereich F) und Anlage 2 (Bereich 11.) anzufertigen. Näheres regelt § 10.
- (8) Das Abschlussmodul gemäß Anlage 1 (Bereich G) und Anlage 2 (Bereich 12.) umfasst 30 LP. Näheres regelt § 12.

§ 3 Prüfungs- und Studienleistungen

- (1) Die Module, Qualifikationsziele, Art und Umfang der zugeordneten Prüfungs- oder Studienleistungen und die Anzahl der zugeordneten Leistungspunkte sind in Anlage 2 festgelegt. Die Prüfungsinhalte ergeben sich aus den Qualifikationszielen der Module.
- (2) Eine Lehrveranstaltung mit der dazugehörigen Prüfung, die mehreren Modulen zugeordnet ist, darf nur im Rahmen eines Moduls eingebracht werden.
- (3) Prüfungen sind in der Sprache der Lehrveranstaltung zu erbringen. In begründeten Ausnahmefällen kann die bzw. der Prüfende eine andere Prüfungssprache zulassen.
- (4) Durch eine Klausur gemäß § 9 Abs. 3 APO und eine mündliche Prüfung gemäß § 9 Abs. 4 APO soll der Prüfling nachweisen, dass er über ein dem Studium entsprechendes Grundlagenwissen verfügt. Ferner soll festgestellt werden, dass er die Zusammenhänge des Prüfungsgebietes erkennt und spezielle Aufgaben und Fragestellungen in diese Zusammenhänge einzuordnen und zu lösen vermag. Dem Prüfling können Themen und Prüfungsaufgaben zur Auswahl gegeben werden.

- (5) Die Bearbeitungsdauer für eine Klausur beträgt mindestens 45 Minuten und höchstens 240 Minuten.
- (6) Im Rahmen einer mündlichen Prüfung können Aufgaben in angemessenem Umfang zur schriftlichen Bearbeitung gestellt werden, wenn dadurch der mündliche Charakter der Prüfung nicht aufgehoben wird.
- (7) Eine mündliche Prüfung dauert mindestens 30 Minuten und höchstens 90 Minuten. Das Ergebnis der mündlichen Prüfung ist dem Prüfling in der Regel jeweils im Anschluss an die Prüfung bekannt zu geben.
- (8) Laborpraktika sind experimentelle Arbeiten gemäß § 9 Abs. 9 APO. Sie können durch Prüfungs- oder Studienleistungen abgeschlossen werden. Als Prüfungs- oder Studienleistung können Kolloquien (mündlich) und/oder Protokolle (schriftlich) vorgesehen werden. Ein Kolloquium oder Protokoll umfasst die theoretische Vorbereitung und die Entwicklung bzw. Planung sowie die Darstellung der Arbeitsschritte und der Durchführung des Laborpraktikums und deren kritische Würdigung.
- (9) Präsentationen sind mündliche Prüfungen gemäß § 9 Abs. 4 APO. Eine Präsentation umfasst einen in der Regel 20-minütigen Vortrag über das zu behandelnde Thema und ein daran anschließendes wissenschaftliches Gespräch mit Prüfungscharakter über das Thema des Vortrags. Sowohl im Vortrag als auch im wissenschaftlichen Gespräch hat der Prüfling nachzuweisen, dass in einer Auseinandersetzung mit dem Thema die Fähigkeit erworben wurde, problembezogene Fragestellungen aus dem Bereich der gewählten Fachrichtung selbständig auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten und die Arbeitsergebnisse zu vertiefen. Eine Präsentation kann im Rahmen eines Seminars durchgeführt werden.

§ 4 Wiederholung von Prüfungen

- (1) Ergänzend zu § 9 Abs. 4 Satz 6 APO wird vorgegeben, dass bei letzten Wiederholungsprüfungen beide Prüfenden aus unterschiedlichen Instituten kommen müssen.
- (2) Mündliche Ergänzungsprüfungen gemäß § 13 Abs. 5 APO sollen frühestens fünf Werktage nach Klausureinsicht stattfinden.
- (3) Der Prüfling muss innerhalb eines Monats nach Notenbekanntgabe der schriftlichen Leistung einen Termin für die mündliche Ergänzungsprüfung bei der oder dem Prüfenden einholen und dem Prüfungsausschuss oder der von ihm beauftragten Stelle mitteilen. Der Termin der mündlichen Ergänzungsprüfung sollte von der oder von dem Prüfenden so festgelegt werden, dass er bis spätestens zum 30.04. für ein Wintersemester und 31.10. für ein Sommersemester stattgefunden hat. Bei Vorliegen triftiger Gründe gemäß § 11 Abs. 3 APO kann der Prüfungsausschuss im Einzelfall die Frist verlängern.
- (4) Bei der Bestimmung der zweiten Prüferin oder des zweiten Prüfers für mündliche Ergänzungsprüfungen gemäß § 5 Abs. 4 APO dürfen durch den Erstprüfenden bzw. die Erstprüfende nur Mitglieder der Hochschullehrergruppe oder hauptamtlich tätige Privatdozentinnen und Privatdozenten der für den Studiengang jeweils verantwortlichen Fächer bestimmt werden. Die zweite Prüferin bzw. der zweite Prüfer werden in der Regel mindestens drei Tage vor dem Termin der jeweiligen Prüfung bestellt.

§ 5 Rücktritt von Prüfungen

- (1) Die für den Rücktritt oder das Versäumnis gemäß § 11 Abs. 3 APO geltend gemachten Gründe müssen innerhalb von drei Werktagen schriftlich angezeigt und glaubhaft gemacht werden. Samstage gelten im Sinne dieser Vorschrift nicht als Werktage. Über Ausnahmen bezüglich der Frist zur Anzeige der für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe entscheidet der Prüfungsausschuss.
- (2) Bei einem Rücktritt aufgrund von Krankheit gemäß § 11 Abs. 3 Satz 3 APO ist auf Verlangen des Prüfungsausschusses zusätzlich eine ärztliche Bescheinigung vorzulegen, welche so aussagekräftig sein muss, dass der Prüfungsausschuss Symptome, Art und Umfang sowie Dauer der Beeinträchtigung feststellen kann.

§ 6 Freiversuchsregelung

- (1) Sofern der Freiversuch gemäß § 13 Abs. 4 APO in einem Profil-, Labor- oder Wahlbereich gemäß § 2 Abs. 1 Bereiche A und B abgelegt wurde, ist ein Wechsel des Prüfungsfachs möglich. Dieser Wechsel ist dem Prüfungsamt vor dem Prüfungsanmeldungszeitraum schriftlich mitzuteilen. Das ausgewechselte Prüfungsfach kann auf Antrag als Zusatzfach eingestuft werden. Eine Wiederaufnahme des ausgewechselten Prüfungsfachs in einen Bereich gemäß § 2 Abs. 1 Bereiche A bis C ist ausgeschlossen.
- (2) Die in § 13 Abs. 2 Satz 3 APO vorgesehene rücktrittsbedingte Verlängerung des Zeitraums, in der eine Prüfung im Freiversuch abgelegt werden kann, ist nur möglich, sofern die Prüfung, für die der Rücktritt geltend gemacht wird, im letzten Semester der Regelstudienzeit abgelegt werden sollte.

§ 7 Klausureinsicht

- (1) Die Einsicht in bewertete Klausurarbeiten gemäß § 21 Abs. 2 APO (Klausureinsicht) erfolgt antragslos und der Termin wird mit einem Vorlauf von mindestens fünf Werktagen vom Prüfenden bekannt gegeben.
- (2) Die Einsichtnahme ist zu einem angemessenen Zeitpunkt und in angemessenem Umfang, mindestens jedoch 30 Minuten, zu gewähren.
- (3) Musterlösungen müssen in ausreichender Anzahl bei der Klausureinsicht vorhanden sein und können zur Begründung der Note gemäß § 9 Abs. 12 APO Satz 7 mit herangezogen werden. Ein Notenschlüssel ist spätestens 14 Tage nach der Klausureinsicht zur Verfügung zu stellen.

§ 8 Anerkennung

- (1) Im Rahmen eines Parallelstudiums in einem anderen Studiengang abgelegte identische Prüfungen im Pflichtmodul „Numerik von Differentialgleichungen“ werden gemäß § 6 Abs. 7 APO unabhängig vom Ergebnis, antragslos angerechnet.
- (2) Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss im Profil- und Laborbereich gemäß § 2 Abs. 1 Bereich B bis zu zwei Wahlpflichtmodule anerkennen, die bislang nicht in den Anlagen 1 und/oder 2 enthalten sind, sofern diese Module während eines Studienaufenthalts im Ausland erbracht werden und den bisherigen Studienverlauf der oder des Studierenden sinnvoll ergänzen.

§ 9 Beratungsgespräche

- (1) Abweichend von § 8 Abs. 2 APO gilt: Studierende, die nach dem zweiten Semester nicht mindestens 30 Leistungspunkte erworben haben, sollen an einem Beratungsgespräch teilnehmen.
- (2) Die Teilnahme am Beratungsgespräch ist nicht verpflichtend und die Zulassung zu weiteren Prüfungs- und Studienleistungen hängt nicht davon ab.

§ 10 Studienarbeit

- (1) Durch die Studienarbeit wird die Fähigkeit zur Entwicklung, Durchsetzung und Präsentation von Konzepten nachgewiesen. Hierbei soll der Prüfling nachweisen, dass er an einer größeren Aufgabe Ziele definieren sowie interdisziplinäre Lösungsansätze und Konzepte erarbeiten kann.
- (2) Eine Studienarbeit hat einen Umfang von 15 LP, sie ist in schriftlicher Form anzufertigen (13 LP) und in einer mündlichen Präsentation (2 LP) nach § 3 Abs. 9 vor dem Prüfer bzw. der Prüferin vorzustellen. Sie kann auch in Form einer Gruppenarbeit gemäß § 9 Abs. 2 Satz 5 APO durchgeführt werden.
- (3) Die Bearbeitungsdauer der Studienarbeit beträgt in der Regel 3 Monate. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb des ersten Drittels der Bearbeitungszeit zurückgegeben werden. Eine Verlängerung der Bearbeitungsdauer der Studienarbeit ist auf Antrag der oder des Studierenden möglich, wenn die Gründe hierfür nicht durch die Studierende oder den Studierenden zu verantworten sind. Die Verlängerung muss aktenkundig gemacht werden. Wird die Bearbeitungsdauer ohne Genehmigung überschritten, so ist die Arbeit mit „nicht ausreichend“ zu bewerten.
- (4) Das Thema der Arbeit kann von den Mitgliedern der Hochschullehrergruppe und den hauptamtlich tätigen Privatdozentinnen und Privatdozenten der für den Studiengang jeweils verantwortlichen Fächer vergeben werden. Das Thema kann auch von den im Ruhestand befindlichen Professorinnen und Professoren der Fächer vergeben werden.
- (5) Die Studienarbeit wird in der Regel bei dem betreuenden Institut angemeldet. Dort werden auch Anmelde- und Abgabezeitpunkt aktenkundig gemacht. Mit der Anmeldung werden die Art der Aufgabe und die Aufgabenstellung festgelegt. Thema und Aufgabenstellung der Arbeit müssen dem Prüfungszweck (§ 2 APO) und der Bearbeitungszeit nach Absatz 2 entsprechen.
- (6) Die Arbeit ist in elektronischer Form fristgemäß bei der oder dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses bzw. den von ihm beauftragten Stellen abzuliefern; der Abgabezeitpunkt ist aktenkundig zu machen. Zusätzlich kann durch den Prüfer bzw. die Prüferin die Abgabe von in der Regel zwei gebundenen Exemplaren beim betreuenden Institut festgelegt werden.
- (7) Bei der Abgabe der Arbeit hat der Prüfling schriftlich zu versichern, dass er die Arbeit - bei einer Gruppenarbeit den entsprechend gekennzeichneten Anteil der Arbeit - selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt hat. Im Übrigen gilt § 9 Abs. 12 APO entsprechend.
- (8) Die Studienarbeit ist in der Regel innerhalb von vier Wochen nach ihrer Abgabe gemäß § 12 Abs. 2 bis 4 durch den Prüfer bzw. die Prüferin zu bewerten.

§ 11 Überfachliche Profilbildung

- (1) Veranstaltungen gemäß § 2 Abs. 1 Bereich C sind aus dem Lehrveranstaltungsangebot der Technischen Universität Braunschweig oder während eines Studienaufenthalts im Ausland, aus dem Lehrveranstaltungsangebot der ausländischen Universität zu wählen und müssen mit einer Prüfung gemäß §9 Abs. 1 APO abgeschlossen werden.
- (2) Die Berücksichtigung von Leistungen im Bereich Überfachliche Profilbildung erfolgt grundsätzlich als Studienleistung.
- (3) Leistungen, die im Curriculum des Masterstudiengangs „Metrologie und Messtechnik“ aufgeführt sind (Anlagen 1, 2) können nicht im Bereich Überfachliche Profilbildung eingebracht werden.

§ 12 Abschlussmodul

- (1) Das Abschlussmodul setzt sich aus der schriftlichen Bearbeitung der Aufgabenstellung inklusive Literaturrecherche in Form einer Masterarbeit gemäß § 14 APO im Umfang von 28 LP und einer Präsentation gemäß der erarbeiteten Ergebnisse gemäß § 3 Abs. 9 im Umfang von 2 LP zusammen. Beide Teile müssen getrennt voneinander bestanden werden. Ist die schriftliche Bearbeitung nicht bestanden, so ist das gesamte Abschlussmodul zu wiederholen.
- (2) Zur Masterarbeit kann nur zugelassen werden, wer die Prüfungsleistungen in allen Modulen des Kern-, Profil-, Labor- und Wahlbereiches bestanden, die Studienarbeit erfolgreich abgeschlossen und das Bestehen in allen Studienleistungen nachgewiesen hat.
- (3) Der Prüfungsausschuss kann Studierende auf schriftlichen Antrag auch dann zur Masterarbeit zulassen, wenn noch nicht alle Fachprüfungen oder Studienleistungen bestanden sind. Für eine Zulassung unter solchen Bedingungen wird vorausgesetzt, dass ein Nachholen dieser Prüfungs- oder Studienleistungen ohne Beeinträchtigung der Masterarbeit innerhalb eines Semesters erwartet werden kann.
- (4) Die Präsentation darf bis zu vier Wochen vor dem festgesetzten Abgabedatum der Masterarbeit durchgeführt werden.
- (5) Die Bewertung der Masterarbeit sowie der Präsentation ist in der Regel innerhalb von sechs Wochen nach Abgabe der Masterarbeit vorzunehmen.

§ 13 Bewertung der Prüfungsleistungen und Bildung der Gesamtnote

- (1) Die Modulnote errechnet sich gemäß § 12 Abs. 6 Satz 3 APO aus dem nach Leistungspunkten gewichteten Durchschnitt der Noten der einzelnen Prüfungen des Moduls. Bei Modulen, in denen neben Prüfungsleistungen auch Studienleistungen benotet werden, gehen die Noten für die Studienleistungen nicht in die Berechnung der Modulnote ein.
- (2) Für die Masterprüfung wird gemäß § 16 Abs. 2 APO eine Gesamtnote gebildet. Die Leistungspunkte des Bereichs Überfachliche Profilbildung sowie von Zusatzfächern werden bei der Berechnung der Gesamtnote nicht berücksichtigt.

§ 14 Hochschulgrad und Abschlussdokumente

- (1) Nach bestandener Masterprüfung wird der Hochschulgrad „Master of Science“ (abgekürzt: „M.Sc.“) im Studiengang „Metrologie und Messtechnik“ verliehen und es werden Abschlussdokumente gemäß

§ 17 Abs. 1 APO ausgestellt. Im Diploma Supplement werden dabei die durch das Studium zu erreichenden Lernergebnisse gemäß Anlage 3 ausgewiesen.

- (2) Das Prädikat „mit Auszeichnung bestanden“ wird verliehen, sofern bei der Berechnung der Abschlussnote gemäß § 13 Abs. 2, ein Notendurchschnitt bis einschließlich 1,3 erreicht wird.
- (3) Das Ergebnis der Zusatzprüfungen und die erreichte Zahl der Leistungspunkte werden bis zu einer maximalen Anzahl von 10 Prüfungen in das Zeugnis aufgenommen.
- (4) Auf Antrag können Zusatzprüfungen bei der Aufführung im Zeugnis auch unberücksichtigt bleiben. Der Antrag hierzu ist schriftlich spätestens vor dem Bestehen der letzten Prüfungs- oder Studienleistung an den Prüfungsausschuss zu stellen.
- (5) Werden mehr als 10 Zusatzprüfungen abgelegt oder wären auch nach einem Antrag gemäß Absatz 4 mehr als 10 Zusatzprüfungen im Zeugnis zu berücksichtigen, so werden die Zusatzprüfungen chronologisch nach Prüfungsdatum im Zeugnis eingetragen, bis die maximale Anzahl von 10 aufgeführten Zusatzprüfungen erreicht ist. Auf Antrag wird eine Bescheinigung ausgestellt, aus der hervorgeht, welche erbrachten Leistungen nicht im Zeugnis berücksichtigt worden sind.

§ 15 Inkrafttreten, Übergangsregelung

- (1) Diese Ordnung tritt zum 01.10.2021 in Kraft.
- (2) Gleichzeitig tritt der Besondere Teil der Prüfungsordnung für den Studiengang „Messtechnik und Analytik“ mit dem Abschluss „Master of Science“ an der Technischen Universität Braunschweig, Fakultät für Maschinenbau vom 26.01.2015, TU-Verkündungsblatt Nr. 1036 außer Kraft. Die Regelungen der ersten Ordnung zur Änderung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Studiengang „Messtechnik und Analytik“ (ab 1.10.2021 „Metrologie und Messtechnik“) mit dem Abschluss „Master of Science“ an der Technischen Universität Braunschweig, Fakultät für Maschinenbau (TU-Verkündungsblatt Nr. 1371 vom 14.09.2021) werden Bestandteil dieser Ordnung.
- (3) Studierende, die sich zum Stichtag 30.09.2021 im Masterstudiengang „Metrologie und Messtechnik“ (ehemals „Messtechnik und Analytik“, Umbenennung gemäß TU-Verkündungsblatt Nr. 1356 vom 31.05.2021) innerhalb der Regelstudienzeit (§ 1 der Ordnung) zzgl. zwei Semester befinden,
 - a. werden bis zum 30.09.2022 nach der aktuell für sie geltenden Prüfungsordnung geprüft und werden zum 01.10.2022 in die neue Prüfungsordnung überführt.
 - b. können auf Antrag auch nach dem 30.09.2022 nach der bisher für sie geltenden Prüfungsordnung geprüft werden. Der Antrag muss bis zum 30.09.2022 beim Prüfungsausschuss 1 der Fakultät für Maschinenbau eingegangen sein. Ein Prüfungsanspruch nach der beantragten Prüfungsordnung (Nr. 1036) erlischt spätestens mit Ablauf des Wintersemesters 2023/2024 am 31.03.2024.
 - c. können auf Antrag nach dieser Prüfungsordnung geprüft werden. Ein Zurückwechseln in die vorherige Prüfungsordnung ist damit ausgeschlossen.

Bei Wechsel in die neue Prüfungsordnung können bereits erbrachte Prüfungs- und Studienleistungen auf Antrag beim Prüfungsausschuss anerkannt werden.

(4) Studierende, die sich zum Stichtag 30.09.2021 im Masterstudiengang „Metrologie und Messtechnik“ (ehemals „Messtechnik und Analytik“, Umbenennung gemäß TU-Verkündungsblatt Nr. 1356 vom 31.05.2021) in einem Studiensemester größer der Regelstudienzeit (§ 1 der Ordnung) zzgl. zwei Semester befinden,

- a. werden bis zum 30.09.2022 nach der aktuell für sie geltenden Prüfungsordnung geprüft. Ein Prüfungsanspruch nach der alten Prüfungsordnung (Nr. 1036) erlischt spätestens mit Ablauf des Sommersemesters 2022 am 30.09.2022.
- b. können auf Antrag nach dieser Prüfungsordnung geprüft werden. Der Antrag muss bis zum 30.09.2022 beim Prüfungsausschuss 1 der Fakultät für Maschinenbau eingegangen sein. Ein Zurückwechseln in die vorherige Prüfungsordnung ist damit ausgeschlossen.

Bei Wechsel in die neue Prüfungsordnung können bereits erbrachte Prüfungs- und Studienleistungen auf Antrag beim Prüfungsausschuss anerkannt werden.

Anlage 1**A – Pflichtbereich Grundlagen (15 LP)**

Modulbezeichnung	LP
Grundlagen der Metrologie	5
Messdatenauswertung und Messunsicherheit	5
Simulation technischer Systeme mit Python	5

B – Pflichtbereich Fachkomplementäre Qualifikationen (15 LP, festgelegt durch Auswahlkomm.)

Modulbezeichnung	LP
Atome, Moleküle, Kerne	10
Elektromagnetismus und Optik	10
Einführung In die Chemie der Werkstoffe	5
Physikalische Chemie	5
Einführung in die Festkörperphysik	5
Funktionswerkstoffe	5
Regelungstechnik	5
Grundlagen der Regelungstechnik	5
Grundlagen der Produktentwicklung und Konstruktion	5
Grundlagen der Mikrosystemtechnik	5
Einführung in die Mechatronik	5
Grundlagen der Elektronik	5

C – Wahlpflichtbereich mit den Vertiefungsrichtungen (22LP mit 1 Labor)

Vertiefungsrichtung Sensorik und Messprinzipien

Modulbezeichnung	LP
Akustische Messtechnik mit Labor	7 (Labor)
Bioanalytik mit Praxis	7 (Labor)
Messaufnehmer für nichtelektrische Größen mit reduziertem Labor	7 (Labor)
Optische Messtechnik mit Labor industrielle Bildverarbeitung	7 (Labor)
Optische Messtechnik mit Labor Optische 3D-Messtechnik	7 (Labor)
Technische Optik mit Labor industrielle Bildverarbeitung	7 (Labor)
Akustische Messtechnik	5
Fortgeschrittene Festkörperphysik	5
Grundlagen der Nanooptik	5
Halbleiter-Nanostrukturen	5
Halbleitersensoren	5
III-V-Halbleiter und Bauelemente	5
Längen- und Zeitskalen in Quantensystemen	5
Laser- und Quantenoptik	5
Laserphysik II	5
Molekulare Systeme und Magnetismus	5
Molekülspektroskopie	5
Nanoelektronik	5
Nanotechnologie	5
Oberflächenphysik und experimentelle Methoden	5
Optische Messtechnik	5
Physikalische Grundlagen der Spintronik	5
Präzisionsmesstechnik	5
Technische Optik	5

Vertiefungsrichtung Systemtechnik und Signalverarbeitung

Modulbezeichnung	LP
Digitale Messdatenverarbeitung mit Mikrorechnern mit Praxis	7 (Labor)
Digitale Schaltungstechnik mit Labor	7 (Labor)
Grafische Systemmodellierung mit Labor Mess- und Regelungstechnik	7 (Labor)
Grundlagen der Elektrischen Messtechnik mit Labor	7 (Labor)
Messelektronik mit reduziertem Labor	7 (Labor)
Messsignalverarbeitung mit Labor industrielle Bildverarbeitung	7 (Labor)
Messsignalverarbeitung mit Labor Mess- und Regelungstechnik	7 (Labor)
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse	5
Daten- und Signalanalyse	5
Digitale Bildverarbeitung	5
Digitale Messdatenverarbeitung mit Mikrorechnern	5
Digitale Schaltungstechnik	5
Dreidimensionales Computersehen	5
Grafische Systemmodellierung	5
Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung	5
Messelektronik	5
Messsignalverarbeitung	5
Modellierung komplexer Systeme	5
Modellierung mechatronischer Systeme	5
Simulation komplexer Systeme	5
Simulation mechatronischer Systeme	5

Vertiefungsrichtung Messverfahren und Anwendungen

Modulbezeichnung	LP
Analytik und Prüfung in der Oberflächentechnik mit Labor	7 (Labor)
Analytische Chemie	7 (Labor)
Biomedizinische Technik mit Praxis	7 (Labor)
Charakterisierung von Oberflächen und Schichten mit Labor	7 (Labor)
Experimentelle Modalanalyse mit Labor	7 (Labor)
Experimentelle Verfahren in der Strömungsmechanik	7 (Labor)
Fertigungsmesstechnik mit Labor Industrielle Bildverarbeitung	7 (Labor)
Fertigungsmesstechnik mit Labor Optische 3D-Messtechnik	7 (Labor)
Messtechnische Methoden an Strömungsmaschinen mit kleinem Labor	7 (Labor)
Qualitätssicherung für die Elektronikfertigung mit Labor Industrielle Bildverarbeitung	7 (Labor)
Schwingungsmesstechnik mit Labor	7 (Labor)
Analytik und Prüfung in der Oberflächentechnik	5
Charakterisierung von Oberflächen und Schichten	5
Dimensional Metrology for Precision Engineering	5
Elektrische Energiemesstechnik	5
Experimentelle Modalanalyse ohne Labor	5
Fertigungsmesstechnik	5
Flugmesstechnik	5
Halbleitermesstechnik	5
Hochfrequenz- und Mobilfunkmesstechnik	5
Kraft- und Drehmomentmesstechnik	5
Messtechnische Methoden an Strömungsmaschinen	5
Mikroskopie und Partikelmessung im Mikro- und Nanometerbereich	5
Qualitätssicherung für die Elektronikfertigung	5
Schwingungsmesstechnik ohne Labor	5
Spektroskopische Methoden der organischen Chemie	5
Verkehrs- und Fahrzeugmesstechnik	5
Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung	5

D – Wahlbereich Fachliche Qualifikationen (15 LP)

Alle Module mit 5 LP aus dem Vertiefungsteil wählbar, sowohl aus der eigenen als auch aus der nicht gewählten Vertiefung. Weitere wählbare Module:

Modulbezeichnung	LP
Gravitationswellendetektion	5
Industrielles Qualitätsmanagement	5
Qualitätssicherung und Optimierung	5
Software-Zuverlässigkeit und Funktionale Sicherheit	5
Technische Sicherheit	5
Technische Zuverlässigkeit	5
Unsicherheiten in technischen Systemen	5

E – Überfachliche Profilbildung

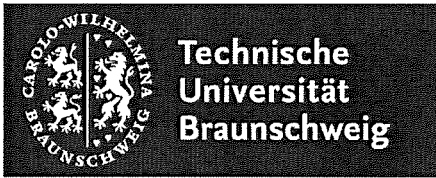
Modulbezeichnung	LP
Überfachliche Profilbildung Messtechnik und Analytik	8

F – Studienarbeit

Modulbezeichnung	LP
Studienarbeit Messtechnik und Analytik	15

G – Abschlussmodul

Modulbezeichnung	LP
Abschlussmodul Messtechnik und Analytik	30



Module des Studiengangs

Metrologie und Messtechnik (PO2021) Master

Datum: 2021-09-15

1. Pflichtbereich Grundlagen

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-32	<p>Grundlagen der Metrologie</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden sind in der Lage, die Grundlagen der Metrologie zu beschreiben. Sie können die Primärnormale der PTB erläutern und das deutsche sowie das internationale Messwesen erläutern. Die Studierenden sind in der Lage, die gewonnenen Kenntnisse zur Analyse und Auslegung von Mess- und Sensorsystemen anzuwenden. Im Rahmen einer Exkursion in die PTB lernen die Studierenden weitere praktische Aspekte des Aufbaus von Primärnormalen und der Weitergabe der SI-Einheiten so weit kennen, dass sie diese anschließend erklären können.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students are able to describe the basics of metrology. They can explain the primary standards of the PTB and explain the German and the international metrology. The students are able to apply the gained knowledge for the analysis and design of measurement and sensor systems. An excursion to the PTB demonstrates further aspects of the design of primary standards and the propagation of SI-units in a way that they are able to explain these.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-17	<p>Messdatenauswertung und Messunsicherheit</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden sind in der Lage, fortgeschrittene Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik zur Messdatenauswertung wie Hypothesentests und Regressionsrechnung anzuwenden, sowie das Konzept der Bayes'schen Wahrscheinlichkeitstheorie zu erläutern. Sie können Messsysteme analysieren um daraus physikalische und statistische Modelle abzuleiten. Sie verstehen den Zusammenhang von der Ermittlung von Einflussgrößen, Modellentwicklung und Optimierungsrechnung. Sie können das Konzept der Interpretation von Messergebnissen als Wahrscheinlichkeitsaussage und darauf fußenden Konformitätsentscheidungen diskutieren. Die Studierenden sind in der Lage, Messunsicherheiten gemäß des internationalen Dokuments Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM), das Ansätze für die analytische Berechnung der Unsicherheitsfortpflanzung für Modelle mit expliziter indirekter Messgröße beschreibt, zu berechnen. Sie sind ferner in der Lage, numerische Methoden zur Verteilungsfortpflanzung nach dem GUM-Supplement 1 zu verwenden und die Ansätze nach den weiteren GUM-Supplement-Dokumenten, die auch die Bayes'schen Ansätze berücksichtigen, zu diskutieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students are able to apply advanced methods of probability theory and statistics for evaluating measured data such as hypothesis testing and regression analysis, and to explain the concept of Bayesian probability theory. They will be able to analyze measurement systems in order to derive physical and statistical models. They understand the relationship between the determination of influencing quantities, model development and optimization. They can discuss the concept of interpreting measurement results as probability and infer conformity decisions. Students are able to evaluate measurement uncertainties according to the international document "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)", which describes approaches of the analytical calculation of uncertainty propagation for models with an explicit indirect measurand. They are also able to use numerical methods for the propagation of probability distributions according to the "GUM Supplement 1" and to discuss the approaches according to the other "GUM Supplement" documents, which also take into account the Bayesian concepts.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IAF-34	<p>Simulation technischer Systeme mit Python</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Nach Abschluss des Moduls werden die Studierenden in der Lage sein, selbstständig und sicher mit Python 3 umzugehen und damit einfache Aufgaben aus den Bereichen der Adaptronik, der Strukturdynamik und der Signalverarbeitung zu lösen.</p> <p>(E) After completing the module, students will be able to deal with Python 3 and solve simple problems in the areas of adaptive systems, structural dynamics and signal processing independently and confidently.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur 120 Min oder mündliche Prüfung, 45 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: Written exam 120 minutes or oral exam, 45 minutes</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

2. Pflichtbereich Fachkomplementäre Qualifikation

Modulnummer	Modul	
PHY-IGeP-17	<p>(Reakkr. 2020) B4: Atome, Moleküle, Kerne</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können anhand ausgewählter historischer Schlüsselexperimente die Entstehung und Entwicklung der Quantenphysik und der damit einhergehenden Atom- und Kernphysik nachvollziehen. - können die fundamentalen Konzepte der Atom-, Molekül- und Kernphysik skizzieren. - erklären quantenphysikalische Zusammenhänge und Beobachtungen mittels mathematischer Modelle. - wenden die Gesetzmäßigkeiten der Atom-, Molekül- und Kernphysik in ausgesuchten Experimenten und im Team an. - sind in der Lage, experimentelle Studien zum Bereich der Atom-, Molekül- und Kernphysik quantitativ zu analysieren. - können die Bedeutung des Themas der Atom-, Molekül- und Kernphysik als Teilgebiet der Physik bewerten. - wenden die Grundlagen der guten wissenschaftlichen Praxis an. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (a) Prüfungsleistung: Klausur (120 min) (b) Studienleistung: experimentelles Praktikum</p>	<p>LP: 10</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-IPKM-34	<p>(Reakkr. 2020) B2: Elektromagnetismus und Optik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - können die fundamentalen Konzepte des Themas Elektromagnetismus und Optik skizzieren. - erklären elektromagnetische und optische Zusammenhänge und Beobachtungen mittels mathematischer Modelle. - wenden die Gesetzmäßigkeiten aus Elektromagnetismus und Optik in ausgesuchten Experimenten und im Team an. - sind in der Lage, experimentelle Studien zum Bereich Elektromagnetismus und Optik quantitativ zu analysieren. - können die Bedeutung des Themas Elektromagnetismus und Optik als Teilgebiet der Physik bewerten. - wenden die Grundlagen der guten wissenschaftlichen Praxis an. - begreifen diese Zusammenhänge als Teil einer historischen Entwicklung von Erkenntnis- und Begriffsbildung. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (a) Prüfungsleistung: Klausur (120 min) (b) Studienleistung: experimentelles Praktikum</p>	<p>LP: 10</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
CHE-ITC-25	<p>Einführung in die Chemie der Werkstoffe</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Verständnis für den Aufbau und die Struktur von Materialien, Erwerb von chemischen Kenntnissen, die weitergehende Vorlesungen aus dem Bereich der Materialchemie notwendig sind.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 120 min Klausur</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
CHE-PCI-24	<p>Physikalische Chemie</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden werden befähigt, im Rahmen der Prinzipien der Thermodynamik, der Kinetik und der Elektrochemie die grundlegenden physikalisch-chemischen Prozesse zu verstehen und für das Verständnis natürlicher Abläufe zu verwenden. Die Studierenden werden befähigt, physikochemische Experimente mit biologischem und/oder ingenieurwissenschaftlichen Bezug unter Nutzung wissenschaftlicher Software auszuwerten.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Modulabschlussprüfung (PL): Klausur oder mündliche Prüfung</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IfW-38	<p>Funktionswerkstoffe</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können die verschiedenen Arten von Funktionswerkstoffen benennen und erläutern und ihre Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebiete an Beispielen erklären. Sie sind in der Lage, grundlegende Konzepte der statistischen Physik, Quantenmechanik und Festkörperphysik zu erläutern und die Funktionsweise verschiedener in der Veranstaltung behandelter Bauteile anhand dieser Konzepte zu beschreiben. Sie sind in der Lage, die zugrunde liegenden Prinzipien auf ähnliche Bauteile zu übertragen und mit Hilfe der theoretischen Grundlagen einfache Berechnungen und Abschätzungen durchzuführen, die für die Werkstoffauswahl relevant sind.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can name and explain the different types of functional materials and describe possible ways and areas of application using examples. They are able to explain basic concepts of statistical physics, quantum mechanics and solid state physics and to describe the operation of different components using these concepts. They are able to transfer the basic principles to similar components and to perform simple calculations and estimates that are relevant for material selection.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 120 minutes or oral exam of 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-46	<p>Einführung in die Festkörperphysik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden - beherrschen die Grundlagen experimenteller Festkörperphysik. - erwerben Kenntnisse der kristallinen Struktur von Festkörpern, der Kristallbindung und der Dynamik von Gitterschwingungen sowie das Verständnis der Grundlagen der elektronischen Struktur von Dielektrika, Halbleitern und Metallen. - beherrschen die Grundlagen einiger festkörperelektronischer Bauelemente. - erwerben Kompetenzen zum Verständnis experimenteller Ansätze in der Festkörperphysik, die zur selbständigen Durchführung von Versuchen im Praktikum für Fortgeschrittene befähigen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> PL: Klausur von 120 Minuten Dauer</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
ET-IFR-60	<p>Grundlagen der Regelungstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse im Bereich der linearen Regelungstechnik. Sie kennen die Eigenschaften und das dynamische Verhalten von regelungstechnischen Grundbausteinen und Standardreglern. Die Studierenden können die Grundzüge der digitalen Signalverarbeitung schildern und die Arbeitsweise eines digitalen Regelsystems erläutern. Sie verstehen sowohl die Konzepte zur Beschreibung linearer sowie einfacher nichtlinearer dynamischer Systeme im Zeit- und Frequenzbereich als auch das Konzept der Laplace- und Z-Transformation. Sie können lineare zeitinvariante Systeme mit konzentrierten Speichern modellieren und Regler im Frequenzbereich entwerfen. Hierzu zählt der Entwurf mittels Polvorgabe, das Bilden von Ersatzzeitkonstanten, sowie das Arbeiten im Bode-Diagramm als auch das Auslegen von zeitdiskreten Reglern. Außerdem sind die Studierenden in der Lage, die Stabilität von geschlossenen Regelkreisen zu analysieren und deren Güte zu beurteilen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Klausur 180 Minuten</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-STD-46	<p>Regelungstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden kennen die grundlegenden Strukturen, Begriffe und Methoden der Regelungstechnik und können diese auf alle einfachen technisch bzw. physikalischen Systeme anwenden. Mit Laplacetransformation, Übertragungsfunktion, Frequenzgang, Stabilitätskriterien, Zustandsraumkonzept und der Beschreibung mathematischer Systeme erlernen die Studierenden das Aufstellen der Gleichungen für unbekannte dynamische Systeme. Weiterhin können Regelkreisglieder, die Analyse linearer Systeme im Zeit- und Frequenzbereich sowie die Reglerauslegung für unbekannte Systeme angewendet werden. Anhand von theoretischen und anschaulichen Beispielen können die Studierenden aus vielseitigen Disziplinen die regelungstechnische Problemstellung abstrahieren und behandeln. Die regelungstechnischen Methoden und Anforderungen werden in den Kontext des Entwurfs von Produktionsprozessen, der Prozessoptimierung und der Prozessführung eingeordnet und können von den Studierenden auf entsprechende unbekannte Systeme übertragen werden.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students know the basic structures, terms and methods of control engineering and can apply them to all simple technical or physical systems. With Laplace transformation, transfer function, frequency response, stability criteria, state space concept and the description of mathematical systems, students learn how to set up equations for unknown dynamic systems. Furthermore, control loop elements, the analysis of linear systems in the time and frequency domain as well as controller design for unknown systems can be applied. By means of theoretical and illustrative examples, the students can abstract and deal with control engineering problems from various disciplines. The control engineering methods and requirements are placed in the context of the design of production processes, process optimization and process control and can be transferred by the students to corresponding unknown systems.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 120 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IK-20	<p>Grundlagen der Produktentwicklung und Konstruktion</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D)</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> - ein Entwicklungsvorhaben unter Anwendung eines allgemeinen Vorgehens und ausgesuchter Methoden zu planen, durchzuführen und zu überprüfen - grundlegende Methoden zur Aufgabenklärung und Erarbeitung prinzipieller Lösungen zu benennen und anhand der Entwicklung neuer Produkte anzuwenden - Methoden für die Berücksichtigung von Kosten und zur Projektplanung zu benennen und anzuwenden - Physikalische Wirkzusammenhänge anhand vorgegebener Lösungsvarianten darzustellen, zu erklären und zu bewerten - den Funktionsbegriff in der Konstruktionsmethodik zu erklären und Funktionsstrukturen bei der Entwicklung prinzipieller Lösungen aufzubauen und zu modifizieren - durch Anwendung der vermittelten Problemlösungsmethoden (z.B. Galeriemethode oder Methode 635) Herausforderungen zu analysieren und strukturiert Lösungen auszuarbeiten <p>=====</p> <p>(E)</p> <p>The students are capable of:</p> <ul style="list-style-type: none"> - planning, carrying out and review a development project using the general approaches and selected methods - naming principle methods used for task explanation and development fundamental solutions and by applying them for the development of new products - naming and applying methods for the consideration of costs and the planning of projects - depicting, explaining and assessing the physical casual-correlations based on given solution-variables - explaining the function-definition in the construction methodology, and to rebuild and modify the functions-structure in the development of fundamental solutions - analyzing challenges by using the learned problem-solution-methods (e.g. gallery method or method 635) and to work out structured solutions <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p><i>LP:</i></p> <p>5</p> <p><i>Semester:</i></p> <p>1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-MT-20	<p>Grundlagen der Mikrosystemtechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden sind in der Lage, die dem heutigen Stand der Technik entsprechenden und etablierten Fertigungstechnologien der Mikrosystemtechnik zu beschreiben, zu bewerten und deren Anwendung zu bestimmen. Weiterhin können sie die Faktoren, die einen Einfluss auf die Qualität der einzelnen Technologien haben (Einflussfaktoren durch z.B. Umgebungsbedingungen und gegenseitige Beeinflussung), beurteilen und auf dieser Basis einen realistischen Ablauf zur Fertigung einfacher mikrotechnischer Komponenten planen. Sie sind fähig, die für Mikrosysteme häufig verwendeten Materialien und deren charakteristische Eigenschaften darzustellen und zu bewerten. Schließlich können die Studierenden die Möglichkeiten der mikrotechnischen Fertigung auf einfache Anwendungsbeispiele transferieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to describe and evaluate the established manufacturing technologies of microsystems technology that are in line with the current state of the art and to determine their application. Furthermore, they are able to assess the factors that have an influence on the quality of the individual technologies (factors influenced by e.g. environmental conditions and mutual interference) and, on this basis, plan a realistic sequence for the fabrication of simple microtechnical components. They are able to represent and evaluate the materials frequently used for microsystems and their characteristic properties. Finally, students can transfer the possibilities of microtechnical manufacturing to simple application examples.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 90 minutes or oral exam 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-MT-23	<p>Einführung in die Mechatronik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D)</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mechatronische Systeme zu definieren, zu beschreiben und wesentliche Funktionen bzw. Komponenten zu benennen. Sie können die Herangehensweisen für die Entwicklung mechatronischer Systeme diskutieren und anwenden (systemtechnische Methoden, Entwicklungsmethoden) und Analogien aus den unterschiedlichen technischen Domänen Mechanik, Elektrotechnik und Informatik beschreiben und auf Anwendungsbeispiele übertragen. Weiterhin sind die Studierenden fähig, Sensoren und Aktoren als wesentliche Bestandteile mechatronischer Systeme und deren grundlegenden Funktionsprinzipien zu erläutern. Im Rahmen des Seminars wenden die Studierenden die Vorlesungsinhalte auf ein selbst gewähltes Beispiel an. Sie sind in der Lage, die erarbeiteten Erkenntnisse zu präsentieren (Vortrag) und im Team darüber zu diskutieren.</p> <p>=====</p> <p>(E)</p> <p>Students are able to define and describe mechatronic systems and to name essential functions or components. They are able to discuss and apply approaches for the development of mechatronic systems (system engineering methods, development methods) and to describe analogies from the different technical domains mechanics, electrical engineering and computer science and to transfer them to application examples. Furthermore, students are able to explain sensors and actuators as essential components of mechatronic systems and their basic functional principles. In the course of the seminar, the students apply the lecture contents to an example of their choice. They are able to present the acquired knowledge (lecture) and discuss it in a team.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D)</p> <p>2 Prüfungsleistungen:</p> <p>a) Klausur, 45 Minuten oder mündliche Prüfung, 20 Minuten (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote 2,5/5)</p> <p>b) Seminarvortrag, 20 Minuten (Gewichtung bei der Berechnung der Gesamtmodulnote 2,5/5)</p> <p>(E)</p> <p>2 examination elements:</p> <p>a) written exam, 45 minutes or oral exam 20 minutes (to be weighted 2,5/5 in the calculation of module mark)</p> <p>b) Seminar lecture, 20 minutes (to be weighted 2,5/5 in the calculation of module mark)</p>	<p><i>LP:</i></p> <p>5</p> <p><i>Semester:</i></p> <p>1</p>

Modulnummer	Modul	
ET-IHT-50	<p>Grundlagen der Elektronik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden können die Prinzipien, Wirkungsweisen und elektrischen Eigenschaften wichtiger Halbleiter-Bauelemente (Dioden, bipolare Transistoren, Thyristoren und Feldeffekttransistoren) berechnen, erläutern und ihren Einsatz in einfachen analogen und digitalen Grundsaltungen planen. Zu diesem Themenbereich gehören auch eine Beschreibung der Natur von Ladungstransport in Halbleitern und dessen physikalische Grundlagen. Hierzu lösen die Studierenden Differentialgleichungen zur Beschreibung von örtlichen Feldstärke-, Bandkanten- und Ladungsträgerkonzentrationsverläufen und berechnen den daraus resultierenden Stromtransport. Im Ergebnis erhalten sie so Kennlinien wichtiger Halbleiter-Bauelemente. Die Funktionsweisen und Einsatzbereichen optoelektronischer Bauelemente, wie Leuchtdioden, Laser, Photodetektoren und Solarzellen können detailliert beschrieben werden. Die Studierenden können darüberhinaus die physikalischen Grundlagen optoelektronischer Bauelemente erfassen und deren Bedeutung für die Anwendung beschreiben. Sie können sicher die physikalischen Grundkonzepte zur Beschreibung elektrischer und optischer Eigenschaften von Halbleitern auf der Basis von Kristall- und Bandstrukturen sowie daraus abgeleiteter Größen wiedergeben. Ebenso können Grundkonzepte des CMOS-Designs wiedergegeben und zentrale technologische Prozesse beschrieben werden. Sie können das Kleinsignalverhalten einfacher analoger Verstärkerschaltungen analysieren.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Klausur 150 Minuten</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

3. Profilbereich - Vertiefung: Sensorik und Messprinzipien

Modulnummer	Modul	
MB-IK-30	<p>Akustische Messtechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden sind in der Lage, 1. die Wirkprinzipien akustischer Sensoren zu benennen. 2. die Anwendungsbereiche akustischer Sensoren auf Basis des Wirkprinzips exemplarisch zu erklären. 3. gängige Analysemethoden der Akustik für eine gegebene Problemstellung auszuwählen. 4. die Anwendbarkeit der gelehrteten Analysemethoden anhand eines Fallbeispiels zu bewerten. 5. die Kenngrößen der Emission, Transmission und Immission anhand eines Fallbeispiels zu berechnen. 6. Verfahren zur Abschätzung von Messunsicherheiten praktisch anzuwenden. 7. die Anwendbarkeit der Verfahren zur Abschätzung von Messunsicherheiten anhand von Fallbeispielen zu bewerten.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to 1. name the working principles of acoustic sensors. 2. exemplarily explain the applicability of acoustic sensors based on their working principle. 3. select common signal analysis methods in acoustics for a given problem. 4. evaluate the applicability of the taught analysis methods using a case study. 5. calculate the parameters of emission, transmission and immission by means of a case study. 6. practically apply methods for the estimation of measurement uncertainties. 7. evaluate the applicability of methods for the estimation of measurement uncertainties by means of case studies.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Protokoll und / oder Kolloquium zu Laborversuchen</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes 1 Course achievement: protocol and / or colloquium of the completed laboratory experiments</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-23	<p>Fortgeschrittene Festkörperphysik (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden - haben einen Überblick über fortgeschrittene Methoden der experimentellen Festkörperphysik - haben ein grundlegendes Verständnis der Phänomene der modernen Festkörperphysik - und können diese im Rahmen theoretischer Modelle interpretieren.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Studienleistung: entweder übrige Leistung nach APO, §9, Abs.1 oder erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben, die im Rahmen einer Übung oder Seminarübung gestellt werden. Diese werden selbstständig in Form von Hausaufgaben (§ 9 Abs. 5 APO) oder in Präsenzveranstaltungen bearbeitet. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. Prüfungsleistung: entweder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (120 Minuten).</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-43	<p>Grundlagen der Nanooptik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D)Die Teilnehmenden können grundlegende Phänomene der Lichtpropagation (Reflexion, Streuung, Absorption, Transmission) an Grenzflächen und in homogenen Medien qualitativ und quantitativ beschreiben. Die Teilnehmenden können wichtige Grundelemente der Nanooptik, wie z.B. Wellenleiter, optische Gitter, Photonische Kristalle oder Metamaterialien, benennen, qualitativ ihre Eigenschaften diskutieren und Anwendungsgebiete nennen. Die Teilnehmenden sind in der Lage, in komplexen optischen Systemen die Grundelemente zu identifizieren und Ihre jeweilige Funktion zu beschreiben. Die Teilnehmenden können wichtige Prozesse der Mikro- und Nanostrukturierung benennen und ihre Funktionsweise erläutern. Die Teilnehmenden können die Wellengleichung in einfachen dielektrischen, metallischen und hybriden nanooptischen Systemen analytisch und semianalytisch lösen und die Lösungen interpretieren. Die Teilnehmenden können optische Resonanzphänomene in nanooptischen Systemen klassifizieren und ihre wesentlichen Eigenschaften benennen.</p> <p>(E)The participants can describe basic phenomena of light propagation (reflection, scattering, absorption, transmission) at interfaces and in homogeneous media qualitatively and quantitatively. Participants can name important basic elements of nanooptics, such as waveguides, optical gratings, photonic crystals or metamaterials, discuss their properties qualitatively and name fields of application. Participants are able to identify the basic elements in complex optical systems and describe their respective functions. The participants can name important processes of micro- and nanostructuring and explain how they work. The participants can solve the wave equation in simple dielectric, metallic and hybrid nanooptical systems analytically and semi-analytically and interpret the solutions. Participants can classify optical resonance phenomena in nanooptical systems and name their essential properties.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-25	<p>Halbleiter-Nanostrukturen (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden - beherrschen den quantitativen Umgang mit Halbleiter-Nanostrukturen - können beobachtete Phänomene mit den physikalischen Grundlagen erklären - und verstehen wichtige Anwendungen von Halbleiter-Nanostrukturen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Studienleistung: entweder Leistung nach APO, §9, Abs. 1 oder erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben, die im Rahmen einer Übung oder Seminarübung gestellt werden. Diese werden selbstständig in Form von Hausaufgaben (§ 9 Abs. 5 APO) oder in Präsenzveranstaltungen bearbeitet. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (30 Minuten)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
ET-IHT-34	<p>Halbleitersensoren (2013)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls Halbleitersensoren verfügen die Studierenden über</p> <ul style="list-style-type: none"> - ein grundlegendes Verständnis der wichtigsten Verfahren zur Modellierung, Herstellung und Charakterisierung von mikro-/nanomechanischen Halbleiter-Sensoren - die Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren für die Realisierung von mikro- und nano-strukturierten Halbleiter-Sensoren - eingehende Kenntnisse und praktische Erfahrung beim Entwurf von Sensoren - Wissen zur Einschätzung und Bewertung von Einsatzmöglichkeiten mikro-/nanomechanischer Sensoren <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-26	<p>III-V-Halbleiter und Bauelemente (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - haben ein grundlegendes Verständnis von Halbleiter-Bauelementen entwickelt - verstehen die spezifischen Eigenschaften von III-V-Halbleitern - und beherrschen die quantitative Beschreibung von Halbleiter-Bauelementen. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30min)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-27	<p>Laser- und Quantenoptik (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - entwickeln ein grundlegendes Verständnis des Lasers, - können die Eigenschaften von Lasern quantitativ beschreiben, - kennen die verschiedenen Laser-Typen, - kennen die Betriebsmodi von Lasern, - haben ein grundlegendes Verständnis der Quantenoptik. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30min)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-28	<p>Laserphysik II (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Verständnis der</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendungen von Laserlicht, - Optik anisotroper Medien, - nichtlinearen Optik, - Laserspektroskopie. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30min)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-30	<p>Molekulare Systeme und Magnetismus (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erwerben Kenntnisse zu elektronischen und magnetischen Eigenschaften molekularer und nanoskaliger Magnete. - verstehen Anwendungen dieser Grundlagen für Magnetismus, Informationsverarbeitung und Sensorik. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30min)</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

Modulnummer	Modul	
CHE-STD2-56	<p>CM-P-1 Molekülspektroskopie</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden verstehen das Konzept der chemischen Bindung auf quantenchemischer Basis und sind in der Lage, den Aufbau und die Struktur von Molekülen zu erklären. Sie verstehen den Einfluss von elektromagnetischen Wechselfeldern auf Atome und Moleküle und sind in der Lage selbstständig quantitative Aussagen über Absorption und Emission von Licht mithilfe von Übergangsdipolmomenten und dichten zu machen. Sie besitzen ein vertieftes theoretisches Verständnis über die spektroskopischen Eigenschaften von Atomen und Molekülen sowie moderne spektroskopische Techniken und können deren Einsatz zur Ermittlung der Molekülstruktur planen und beurteilen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Bearbeitung von Übungsaufgaben (SL) Mündliche Prüfung oder Klausur (PL) nach BPO §5 (3)</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-20	<p>Nanoelektronik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Nanoelektronik" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Grundlagen der Quantenmechanik und ihre Anwendung auf metallische, magnetische und supraleitende Bauelemente mit Nanometerdimensionen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-31	<p>Nanotechnologie (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstehen grundlegende Aspekte der Nanotechnologie - können die Konzeption von Nanosystemen einordnen - erwerben Kenntnisse zu experimentellen Methoden zur Herstellung und Charakterisierung von Nanosystemen <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30min)</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 0</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-45	<p>Oberflächenphysik und experimentelle Methoden</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden die Methoden der Oberflächenphysik insbesondere Rasterkraftmethoden beschreiben. Sie können das Wachstum von Nanostrukturen erläutern. Die erworbenen Kenntnisse können in Bezug zu aktuellen Forschungsergebnissen gesetzt werden.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 120 Minuten</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 0</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-11	<p>Optische Messtechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können angeben und skizzieren, welche elementaren Eigenschaften Licht aufweist. Sie können die grundlegenden Mechanismen erläutern, nach denen sich Licht gemäß der geometrischen Optik sowie der Wellenoptik ausbreitet. Die Studierenden können erklären, wie Licht als Informationsträger genutzt werden kann. Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Ausführungsformen der gemäß Inhaltsübersicht behandelten Messprinzipien und Messeinrichtungen zu skizzieren, deren wesentliche Komponenten zu benennen und die Wirkungsweise der Komponenten sowie deren Zusammenwirken als Gesamtsystem zu erläutern. Die Studierenden können die Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Messverfahren diskutieren und sind in der Lage, die Eignung der Messverfahren im Hinblick auf konkrete Messaufgaben zu analysieren und zu bewerten. Durch die Kenntnis und das Verständnis der wesentlichen optischen Komponenten, Effekte und Auswerteverfahren werden die Studierenden idealerweise befähigt, diese zu neuen Gesamtsystemen zu verbinden und so neue Ansätze auf dem Gebiet der optischen Messtechnik zu entwickeln.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can specify and sketch which elementary properties light has. They can explain the basic mechanisms by which light propagates in accordance with geometric optics and wave optics. Students can explain how light can be used as an information carrier. The students are able to sketch the essential embodiments of the measuring principles and measuring devices treated according to the table of contents, to name their essential components and to explain the mode of operation of the components and their interaction as an overall system. The students can discuss the possibilities and limitations of the respective measurement methods and are able to analyze and evaluate the suitability of the measurement methods with regard to specific measurement tasks. By knowing and understanding the essential optical components, effects and evaluation methods, the students are ideally enabled to combine them into new overall systems and thus develop new approaches in the field of optical measurement technology.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination, 30 minutes</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-32	<p>Physikalische Grundlagen der Spintronik (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden - erwerben ein grundlegendes Verständnis von Transportmechanismen in Festkörpern - sind in der Lage, Magnetowiderstandseffekte auf der Basis grundlegender Festkörpereigenschaften zu erklären.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30min)</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-21	<p>Präzisionsmesstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Präzisionsmesstechnik" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Grundlagen der Präzisionsmesstechnik und Primärnormale an der PTB und des Messwesens in Deutschland. Durch eine Exkursion in die PTB lernen die Studenten den Aufbau von Primärnormalen und die Weitergabe der SI-Einheiten kennen. Die Studierenden sind in der Lage, diese Kenntnisse in der Analyse und in der Auslegung von Mess- und Sensorsystemen anzuwenden.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großer Teilnehmerzahl)</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-07	<p>Technische Optik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden sind in der Lage, ein einfaches optisches Abbildungssystem auszulegen und zu berechnen und sie können die Seidelschen Aberrationen und die grundlegenden Maßnahmen zu deren Reduzierung beschreiben. Sie können die grundlegende Bauform von Weitwinkel-, Tele- und Zoomobjektiven und den Aufbau wichtiger optischer Instrumente erklären. Sie sind in der Lage, polarisationsoptische Effekte mit Hilfe der Jones-Matrizen mathematisch zu beschreiben. Sie können den Aufbau eines Lasers aus aktivem Medium, Pumpenergiequelle und Resonator beschreiben und die wichtigsten Lasertypen und deren Eigenschaften unterscheiden. Ferner sind sie in der Lage, Grundlagen der Faseroptik zu erklären und deren Anwendung in Kommunikationstechnik und Sensorik zu erläutern. Sie sind befähigt, grundlegende Experimente und Anwendungen der Interferometrie und der Beugung zu beschreiben und verschiedene Techniken der Holographie zu diskutieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to design and to calculate a basic imaging system and they can describe the Seidel aberrations and fundamental methods to reduce these aberrations. They can describe the structures of lenses considering wide angle, telephoto and zoom as well as the set-up of some important optical instruments. They can describe polarized light mathematically using the Jones calculus. The students can characterize the set-up of lasers including active medium, pump energy source and resonator and distinguish the most important types of lasers as well as their properties. Furthermore, they can explain the basics of fiber optics and its application in communication technology and sensor systems. They can describe fundamental experiments and applications of interferometry and diffraction and discuss different techniques of holography.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

4. Laborbereich - Vertiefung: Sensorik und Messprinzipien

Modulnummer	Modul	
MB-IK-31	<p>Akustische Messtechnik mit Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D)</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. die Wirkprinzipien akustischer Sensoren zu benennen. 2. die Anwendungsbereiche akustischer Sensoren auf Basis des Wirkprinzips exemplarisch zu erklären. 3. gängige Analysemethoden der Akustik für eine gegebene Problemstellung auszuwählen. 4. die Anwendbarkeit der gelehrt Analysemethoden anhand eines Fallbeispiels zu bewerten. 5. die Kenngrößen der Emission, Transmission und Immission anhand eines Fallbeispiels zu berechnen. 6. Verfahren zur Abschätzung von Messunsicherheiten praktisch anzuwenden. 7. die Anwendbarkeit der Verfahren zur Abschätzung von Messunsicherheiten anhand von Fallbeispielen zu bewerten. 8. gängige Messverfahren in der Akustik praktisch anzuwenden und die erhaltenen Messergebnisse zu bewerten. 9. eigene Messergebnisse in einem Bericht aufbereiten und die durchgeführten Messungen zu dokumentieren. <p>=====</p> <p>(E)</p> <p>The students are able to</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. name the working principles of acoustic sensors. 2. exemplarily explain the applicability of acoustic sensors based on their working principle. 3. select common signal analysis methods in acoustics for a given problem. 4. evaluate the applicability of the taught analysis methods using a case study. 5. calculate the parameters of emission, transmission and immission by means of a case study. 6. practically apply methods for the estimation of measurement uncertainties. 7. evaluate the applicability of methods for the estimation of measurement uncertainties by means of case studies. 8. practically apply common measurement methods in acoustics and to evaluate the obtained measurement results. 9. prepare their own measurement results in a report and document the measurements performed. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D)</p> <p>1 Prüfungsleistung: Schriftl. Prüfung, 90 Minuten oder mündl. Prüfung (ca. 30 min)</p> <p>1 Studienleistung: Laborberichte</p> <p>(E)</p> <p>1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p> <p>1 Course achievement: protocol</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-35	<p>Bioanalytik mit Praxis</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Bioanalytik" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über analytische Verfahren der Molekularbiologie und Biochemie. Die erworbenen praktischen Kenntnisse ermöglichen die Durchführung und Interpretation einfacher Analysen.</p> <p>Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung und Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile werden überfachliche Qualifikationen vermittelt bzw. eingeübt. Im Rahmen von Ausarbeitungen, Kolloquien und Abschlusspräsentationen sind dies wissenschaftliches Schreiben u. Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten (Schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-38	<p>Messaufnehmer für nichtelektrische Größen mit reduziertem Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Messaufnehmer für nichtelektrische Größen" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über den Einsatz und die Dimensionierung elektrischer Sensoren für nichtelektrische Größen. Die vertieften Grundlagen ermöglichen die Auswahl, den Einsatz und die Fehlerbeurteilung moderner Sensoren.</p> <p>Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung und Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile werden überfachliche Qualifikationen vermittelt bzw. eingeübt. Im Rahmen von Ausarbeitungen, Kolloquien und Abschlusspräsentationen sind dies wissenschaftliches Schreiben u. Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Min. (Schriftliche Klausur 120 min nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-13	<p>Optische Messtechnik mit Labor industrielle Bildverarbeitung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können angeben und skizzieren, welche elementaren Eigenschaften Licht aufweist. Sie können die grundlegenden Mechanismen erläutern, nach denen sich Licht gemäß der geometrischen Optik sowie der Wellenoptik ausbreitet. Die Studierenden können erklären, wie Licht als Informationsträger genutzt werden kann. Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Ausführungsformen der gemäß Inhaltsübersicht behandelten Messprinzipien und Messeinrichtungen zu skizzieren, deren wesentliche Komponenten zu benennen und die Wirkungsweise der Komponenten sowie deren Zusammenwirken als Gesamtsystem zu erläutern. Die Studierenden können die Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Messverfahren diskutieren und sind in der Lage, die Eignung der Messverfahren im Hinblick auf konkrete Messaufgaben zu analysieren und zu bewerten. Durch die Kenntnis und das Verständnis der wesentlichen optischen Komponenten, Effekte und Auswerteverfahren werden die Studierenden idealerweise befähigt, diese zu neuen Gesamtsystemen zu verbinden und so neue Ansätze auf dem Gebiet der optischen Messtechnik zu entwickeln.</p> <p>Im Verlauf des Labors Industrielle Bildverarbeitung werden die Studierenden in die Lage versetzt, die Soft- und Hardware eines Bildverarbeitungssystems zu benutzen und anhand von Bildmerkmalen die Aufnahmesituation zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden können die Bildverarbeitungskette erläutern und einzelne elektrische, optische und algorithmische Konzepte reproduzieren. Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen, wie z.B. Anwesenheitskontrolle, Lageerkennung, Klassifikation oder Vermessung, mit dem Bildverarbeitungssystem zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage, im Rahmen mündlicher Vorträge ihre Arbeitsergebnisse grafisch und schriftlich aufzubereiten und verständlich zu präsentieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can specify and sketch which elementary properties light has. They can explain the basic mechanisms by which light propagates in accordance with geometric optics and wave optics. Students can explain how light can be used as an information carrier. The students are able to sketch the essential embodiments of the measuring principles and measuring devices treated according to the table of contents, to name their essential components and to explain the mode of operation of the components and their interaction as an overall system. The students can discuss the possibilities and limitations of the respective measurement methods and are able to analyze and evaluate the suitability of the measurement methods with regard to specific measurement tasks. By knowing and understanding the essential optical components, effects and evaluation methods, the students are ideally enabled to combine them into new overall systems and thus develop new approaches in the field of optical measurement technology.</p> <p>In the course of the industrial image processing laboratory, students are put in a position to use the software and hardware of an image processing system and to evaluate the recording situation on the basis of image features. Students can explain the image processing chain and reproduce individual electrical, optical and algorithmic concepts. The students are able to solve problems, such as presence control, position detection, classification or measurement, with the image processing system. The students are able to prepare their work results graphically and in writing and present them in an understandable manner during oral presentations.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium zu den Laborversuchen</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination, 30 minutes 1 Course achievement: Colloquium on the laboratory</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-34	<p>Optische Messtechnik mit Labor Optische 3D-Messtechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können angeben und skizzieren, welche elementaren Eigenschaften Licht aufweist. Sie können die grundlegenden Mechanismen erläutern, nach denen sich Licht gemäß der geometrischen Optik sowie der Wellenoptik ausbreitet. Die Studierenden können erklären, wie Licht als Informationsträger genutzt werden kann. Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Ausführungsformen der gemäß Inhaltsübersicht behandelten Messprinzipien und Messeinrichtungen zu skizzieren, deren wesentliche Komponenten zu benennen und die Wirkungsweise der Komponenten sowie deren Zusammenwirken als Gesamtsystem zu erläutern. Die Studierenden können die Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Messverfahren diskutieren und sind in der Lage, die Eignung der Messverfahren im Hinblick auf konkrete Messaufgaben zu analysieren und zu bewerten. Durch die Kenntnis und das Verständnis der wesentlichen optischen Komponenten, Effekte und Auswerteverfahren werden die Studierenden idealerweise befähigt, diese zu neuen Gesamtsystemen zu verbinden und so neue Ansätze auf dem Gebiet der optischen Messtechnik zu entwickeln.</p> <p>Durch das Labor Optische 3D-Messtechnik werden die Studierenden in die Lage versetzt, einen photogrammetrischen Streifenprojektionssensor sowie ein Photogrammetriesystem in Betrieb zu nehmen und auf konkrete Messaufgaben anzuwenden sowie die gewonnenen Messdaten mittels der zugehörigen Auswertesoftware zu analysieren. Die Studierenden können mittels der Auswertesoftware dreidimensionale Messdaten bearbeiten, Soll-Ist-Vergleiche erfasster Geometrien durchführen, Form- und Lagetoleranzen bestimmen, Trendanalysen durchführen sowie aussagekräftige Dokumentationen hierzu erstellen. Unter Anwendung des Photogrammetriesystems erlernen die Studierenden, hochgenaue Messungen von Raumkoordinaten durchzuführen und durch wiederholte Messung in unterschiedlichen Lastfällen quasi-statische Deformationsanalysen durchzuführen und zu visualisieren. Die Studierenden präsentieren im Rahmen von Vorträgen ausgewählte Aspekte der eingesetzten Messverfahren und sind in der Lage, die grundsätzliche Wirkungsweise der Messverfahren zu erläutern. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die gewonnenen Messdaten in Hinblick auf Plausibilität zu analysieren und zu bewerten. Durch die im Labor eingesetzte Methode des problemorientierten Lernens entwickeln die Studierenden zudem ihre Kompetenz weiter, mit auftretenden Problemen und unerwarteten Ergebnissen konstruktiv umzugehen und eigenständig Problemlösungen zu identifizieren und umzusetzen.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can specify and sketch which elementary properties light has. They can explain the basic mechanisms by which light propagates in accordance with geometric optics and wave optics. Students can explain how light can be used as an information carrier. The students are able to sketch the essential embodiments of the measuring principles and measuring devices treated according to the table of contents, to name their essential components and to explain the mode of operation of the components and their interaction as an overall system. The students can discuss the possibilities and limitations of the respective measurement methods and are able to analyze and evaluate the suitability of the measurement methods with regard to specific measurement tasks. By knowing and understanding the essential optical components, effects and evaluation methods, the students are ideally enabled to combine them into new overall systems and thus develop new approaches in the field of optical measurement technology. The Optical 3D Metrology Laboratory enables students to put a photogrammetric stripe projection sensor and a photogrammetry system into operation and apply them to specific measurement tasks and to analyze the measurement data obtained using the associated evaluation software. Using the evaluation software, students can edit three-dimensional measurement data, carry out target-actual comparisons of recorded geometries, determine shape and position tolerances, carry out trend analyzes and create meaningful documentation. Using the photogrammetry system, the students learn to carry out highly precise measurements of spatial coordinates and to carry out and visualize quasi-static deformation analyzes by repeated measurements in different load cases. The students give oral presentations on selected aspects of the used measurement methods and are</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
	<p>able to explain the basic mode of operation of the measurement methods. Students will be able to analyze and evaluate the measurement data obtained in terms of plausibility. Through the method of problem-oriented learning used in the laboratory, the students also develop their skills to deal constructively with problems and unexpected results and to identify and implement problem solutions independently.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D)</p> <p>1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>1 Studienleistung: Kolloquium zu den Laborversuchen</p> <p>(E)</p> <p>1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes</p> <p>1 Course achievement: Colloquium on the laboratory</p>	

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-08	<p>Technische Optik mit Labor Industrielle Bildverarbeitung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D)</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein einfaches optisches Abbildungssystem auszulegen und zu berechnen und sie können die Seidelschen Aberrationen und die grundlegenden Maßnahmen zu deren Reduzierung beschreiben. Sie können die grundlegende Bauform von Weitwinkel-, Tele- und Zoomobjektiven und den Aufbau wichtiger optischer Instrumente erklären. Sie sind in der Lage, polarisationsoptische Effekte mit Hilfe der Jones-Matrizen mathematisch zu beschreiben. Sie können den Aufbau eines Lasers aus aktivem Medium, Pumpenergiequelle und Resonator beschreiben und die wichtigsten Lasertypen und deren Eigenschaften unterscheiden. Ferner sind sie in der Lage, Grundlagen der Faseroptik zu erklären und deren Anwendung in Kommunikationstechnik und Sensorik zu erläutern. Sie sind befähigt, grundlegende Experimente und Anwendungen der Interferometrie und der Beugung zu beschreiben und verschiedene Techniken der Holographie zu diskutieren.</p> <p>Im Verlauf des Labors Industrielle Bildverarbeitung werden die Studierenden in die Lage versetzt, die Soft- und Hardware eines Bildverarbeitungssystems zu benutzen und anhand von Bildmerkmalen die Aufnahmesituation zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden können die Bildverarbeitungskette erläutern und einzelne elektrische, optische und algorithmische Konzepte reproduzieren. Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen, wie z.B. Anwesenheitskontrolle, Lageerkennung, Klassifikation oder Vermessung, mit dem Bildverarbeitungssystem zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage, im Rahmen mündlicher Vorträge ihre Arbeitsergebnisse grafisch und schriftlich aufzubereiten und verständlich zu präsentieren.</p> <p>=====</p> <p>(E)</p> <p>The students are able to design and to calculate a basic imaging system and they can describe the Seidel aberrations and fundamental methods to reduce these aberrations. They can describe the structures of lenses considering wide angle, telephoto and zoom as well as the set-up of some important optical instruments. They can describe polarized light mathematically using the Jones calculus. The students can characterize the set-up of lasers including active medium, pump energy source and resonator and distinguish the most important types of lasers as well as their properties. Furthermore, they can explain the basics of fiber optics and its application in communication technology and sensor systems. They can describe fundamental experiments and applications of interferometry and diffraction and discuss different techniques of holography.</p> <p>In the course of the industrial image processing laboratory, students are put in a position to use the software and hardware of an image processing system and to evaluate the recording situation on the basis of image features. Students can explain the image processing chain and reproduce individual electrical, optical and algorithmic concepts. The students are able to solve problems, such as presence control, position detection, classification or measurement, with the image processing system. The students are able to prepare their work results graphically and in writing and present them in an understandable manner during oral presentations.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D)</p> <p>1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium zu den Laborversuchen</p> <p>(E)</p> <p>1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes 1 Course achievement: Colloquium on the laboratory</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

5. Profildbereich - Vertiefung: Systemtechnik und Signalverarbeitung

Modulnummer	Modul	
INF-MI-76	<p>Biomedizinische Signal- und Bildanalyse</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, digitale Bilder und Signale des menschlichen Körpers zu klassifizieren und zu vergleichen. Auch können sie lineare und nichtlineare Filter unterscheiden und vergleichen sowie EKG Signale analysieren und deren Komponenten bestimmen. Zudem sind sie befähigt, Biomedizinische Bilder zu segmentieren, zu klassifizieren und zu quantifizieren sowie modellbasierte Verfahren der Bildanalyse anzuwenden und zu beurteilen.</p> <p>(EN) Passing this module, the students can classify and compare different methodologies for medical signal and image acquisition. They can differ and compare linear with non-linear filtering and analyze electrocardiography (ECG) data into their components. They can segment medical images in two and three dimensions and are able to apply model-based approaches for image and signal analytics.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder experimentelle Arbeit oder Portfolio</p> <p>(EN) graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) or experimental work or Portfolio</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-24	<p>Daten- und Signalanalyse (E)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden - sind befähigt zum Umgang mit fortgeschrittenen Methoden der Daten- und Signalanalyse.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Studienleistung: Entweder Leistung nach APO, §9, Abs.1m oder erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben, die im Rahmen einer Übung oder Seminarübung gestellt werden. Diese werden selbstständig in Form von Hausaufgaben (§ 9 Abs. 5 APO) oder in Präsenzveranstaltungen bearbeitet. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (120 Minuten)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
INF-ROB-27	<p>Digitale Bildverarbeitung (MPO 2014)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden besitzen nach Abschluss des Moduls die Fähigkeit, praxisrelevante Probleme der zweidimensionalen Bildverarbeitung, Bildanalyse und Mustererkennung zu lösen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)</p> <p>Die Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-26	<p>Digitale Messdatenverarbeitung mit Mikrorechnern (2013)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Digitale Messdatenverarbeitung mit Mikrorechnern" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Funktionsweise und Programmierung von Mikrocontrollern für die Messdatenverarbeitung. Die erworbenen praktischen Kenntnisse ermöglichen die Programmierung von eingebetteten Systemen für messtechnische Anwendungen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-MT-09	<p>Digitale Schaltungstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden sind fähig, Zahlensysteme und Boolesche Algebra anzuwenden und die Ergebnisse zu analysieren. Sie können Methoden zur Vereinfachung von elektronischen Schaltungen und zur Datenverarbeitung auf bisher unbekannte Anwendungsbeispiele übertragen. Weiterhin sind sie in der Lage, verschiedene Verfahren zur theoretischen und praktischen Realisierung von Logik-, Kipp-, Zähler- und Rechenschaltungen bedarfsgerecht auszuwählen und zu benutzen. Sie können die Herstellung von Leiterplatten beschreiben, sie anwenden und untersuchen.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students are able to apply number systems and Boolean algebra and analyse the results. They can transfer methods for simplifying electronic circuits and data processing to previously unknown application examples. Furthermore, they are able to select and use different methods for the theoretical and practical realization of logic, toggle, counter and calculation circuits according to their needs. They can describe, apply and examine the production of printed circuit boards.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 120 minutes or oral exam 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
INF-ROB-44	<p>Dreidimensionales Computersehen (MPO 2017)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden besitzen nach Abschluss des Moduls grundlegende Kenntnisse des dreidimensionalen Computersehens und damit die Fähigkeit, einfache aber praxisrelevante Probleme auf diesem spannenden Gebiet zu lösen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (ca. 20 Minuten) oder Klausur (90 Minuten) Die Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-24	<p>Grafische Systemmodellierung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können heterogene physikalische Systeme mit Hilfe von graphischen Modellen, wie Energieflussdiagrammen und Bondgraphen, beschreiben. Sie sind in der Lage, heterogene Systeme zu analysieren und zu kategorisieren, so dass sie diese in homogene Teilsysteme zerlegen und den Teilsystemen das entsprechende physikalische Modell zuordnen können. Sie können zudem die Wechselwirkungen zwischen den Teilsystemen durch den Energieaustausch bei der Kopplung von Systemen beschreiben. Mit Hilfe der graphischen Modelle können sie die mathematische Beschreibung der Systemdynamik ableiten.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can describe heterogeneous physical systems using graphical models such as energy flow diagrams and bond graphs. They are able to analyze and categorize heterogeneous systems so that they can break them down into homogeneous subsystems and assign the corresponding physical model to the subsystems. They are also able to describe the interactions between the subsystems through the energy transfer during the system coupling. Using the graphical models, they can derive the mathematical description of the system dynamics.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
ET-NT-48	<p>Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung (2013)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (DE) Nach Abschluss dieses Moduls einschl. der enthaltenen Rechnerübung verfügen die Studierenden über grundlegendes Wissen zu den Werkzeugen der digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich und können diese Werkzeuge auf entsprechende Problemstellungen anwenden.</p> <p>(EN) After completing this module, students will have basic knowledge on the tools of digital signal processing in the time and frequency domain and can apply these tools to corresponding problems.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (DE) Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p> <p>(EN) Examination: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-23	<p>Messelektronik (2013)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Messelektronik" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Schaltungstechnik und Messverfahren der Messelektronik. Die erworbenen praktischen Kenntnisse ermöglichen den schaltungstechnischen Aufbau für messtechnische Anwendungen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-25	<p>Messsignalverarbeitung (2014)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden sind in der Lage, die mathematische Beschreibung von Messsignalen in Orts- und Frequenzraumdarstellung zu erläutern und das Konzept der Signalbeschreibung mit Wavelets zu skizzieren. Sie können lineare Systeme und deren dynamisches Verhalten mathematisch beschreiben. Die Studierenden können die für die Digitalisierung erforderlichen Komponenten (Anti-Aliasing-Filter, Abtast-Halte-Glied, A/D-Umsetzer) mit Hilfe von Datenblättern auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, analoge und digitale Filter anhand von Diagrammen gemäß Ordnung und Charakteristik zu unterscheiden. Sie können die Grundoperationen der digitalen Bildverarbeitung wiederholen.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to explain the mathematical description of measurement signals in spatial and frequency domain representation and to outline the concept of signal description with wavelets. They can describe linear systems and their dynamic behavior mathematically. Students can select the components required for digitization (anti-aliasing filter, sample-and-hold element, A/D converter) using data sheets. Students are able to distinguish analog and digital filters by means of diagrams according to order and characteristics. They can repeat the basic operations of digital image processing.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-DuS-09	<p>Modellierung komplexer Systeme</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden können klassische und neuartige Modellierungstechniken klassifizieren und können diese auf Fallbeispiele anwenden. Sie können das Verhalten ausgewählter komplexer Systeme beurteilen sowie dazugehörige Lösungen generieren und analysieren. Sie sind damit in der Lage, problemangepasste Modelle selbstständig zu entwickeln und zu evaluieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can classify classical and novel modelling techniques and apply them to case studies. They can assess the behaviour of selected complex systems and generate and analyse the corresponding solutions. They are thus able to independently develop and evaluate problem-adapted models.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-DuS-31	<p>Modellierung mechatronischer Systeme</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden können eine einheitliche Vorgehensweise zur mathematischen Beschreibung der Dynamik von mechanischen (Mehrkörper-)Systemen, elektrischen Netzwerken und mechatronischen (elektromechanischen) Systemen anwenden. Auch die Nutzung verschiedener Arten von Bindungen kann bezüglich des Lösungsverhaltens analysiert und beurteilt werden. Sie können Bewegungsgleichungen ausgewählter mechatronischer Systeme aufstellen und analysieren. Sie sind damit in der Lage, problemangepasste Modelle für mechatronische Fragestellungen selbstständig zu entwickeln und zu evaluieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students are able to apply a uniform approach to mathematical description of the dynamics of mechanical (multi-body) systems, electrical networks and mechatronic (electromechanical) systems. The use of different types of constraints can also be analysed and evaluated with regard to their solution behaviour. They can formulate and analyze equations of motion of selected mechatronic systems. They are thus able to independently develop and evaluate problem-adapted models for mechatronic problems.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: written exam, 90 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-DuS-10	<p>Simulation komplexer Systeme</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden können klassische und neuartige Simulationstechniken klassifizieren und können diese auf Fallbeispiele problemangepasst anwenden. Sie können das Verhalten ausgewählter komplexer Systeme simulieren sowie dazugehörige Lösungen generieren und analysieren. Sie sind damit in der Lage, problemangepasste numerische Methoden anzuwenden, selbstständig weiter zu entwickeln und Problemlösungen zu entwickeln.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can classify classical and novel simulation techniques and can apply them to case studies in a problem-adapted manner. They can simulate the behaviour of selected complex systems and generate and analyse the corresponding solutions. They are thus able to apply problem-adapted numerical methods, to develop further independently and to develop solutions to problems.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: oral exam, 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-DuS-32	<p>Simulation mechatronischer Systeme</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden können Simulationstechniken aus der numerischen Mathematik klassifizieren und können diese an mechatronischen Fallbeispiele anwenden. Sie können das Verhalten solcher mechatronischen Systeme simulieren, Animationen erstellen und dazugehörige Lösungen generieren und analysieren. Sie sind damit in der Lage, problemangepasste numerische Methoden auf mechatronische Systeme anzuwenden und digitale Modelllösungen zu erschaffen und zu evaluieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can classify simulation techniques from numerical mathematics and can apply these to mechatronic case studies. They can simulate the behaviour of such mechatronic systems, create animations and generate and analyse corresponding solutions. They are thus able to apply problem-adapted numerical methods to mechatronic systems and create and evaluate digital model solutions.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 180 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: written exam, 180 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

6. Laborbereich - Vertiefung: Systemtechnik und Signalverarbeitung

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-37	<p>Digitale Messdatenverarbeitung mit Mikrorechnern mit Praxis</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Digitale Messdatenverarbeitung mit Mikrorechnern" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Funktionsweise und Programmierung von Mikrocontrollern für die Messdatenverarbeitung. Die erworbenen praktischen Kenntnisse ermöglichen die Programmierung von eingebetteten Systemen für messtechnische Anwendungen.</p> <p>Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung und Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile werden überfachliche Qualifikationen vermittelt bzw. eingeübt. Im Rahmen von Ausarbeitungen, Kolloquien und Abschlusspräsentationen sind dies wissenschaftliches Schreiben u. Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 min (Schriftliche Klausur 120 min nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	<p><i>LP:</i> 7</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-MT-25	<p>Digitale Schaltungstechnik mit Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D)</p> <p>Die Studierenden sind fähig, Zahlensysteme und Boolesche Algebra anzuwenden und die Ergebnisse zu analysieren. Sie können Methoden zur Vereinfachung von elektronischen Schaltungen und zur Datenverarbeitung auf bisher unbekannte Anwendungsbeispiele übertragen. Weiterhin sind sie in der Lage, verschiedene Verfahren zur theoretischen und praktischen Realisierung von Logik-, Kipp-, Zähler- und Rechenschaltungen bedarfsgerecht auszuwählen und zu benutzen. Sie können die Herstellung von Leiterplatten beschreiben, sie anwenden und untersuchen.</p> <p>Mit dem Labor erlangen die Studierenden die Fähigkeiten, selbstständig digitale Schaltungen aufzubauen, komplexe Aufgabenstellungen zu untersuchen und die Ergebnisse zu interpretieren. Die Absolventinnen und Absolventen des Moduls sind in der Lage, die im Bereich der digitalen Schaltungstechnik erworbenen ingenieurwissenschaftlichen Methoden zur Formulierung und Lösung komplexer Problemstellungen in Forschung und Entwicklung in der Industrie oder in Forschungseinrichtungen erfolgreich einzusetzen, sie kritisch zu hinterfragen und sie bei Bedarf auch weiterzuentwickeln. Darüber hinaus können Sie die erarbeiteten Ergebnisse sinnvoll zusammenfassen und in Form eines Kurzvortrags verständlich präsentieren und diskutieren (Teamwork).</p> <p>=====</p> <p>(E)</p> <p>Students are able to apply number systems and Boolean algebra and analyse the results. They can transfer methods for simplifying electronic circuits and data processing to previously unknown application examples. Furthermore, they are able to select and use different methods for the theoretical and practical realization of logic, toggle, counter and calculation circuits according to their needs. They can describe, apply and examine the production of printed circuit boards.</p> <p>With the laboratory, students acquire the skills to independently build digital circuits, to investigate complex tasks and to interpret the results. Graduates are able to successfully apply the engineering methods acquired in the field of digital circuit technology to formulate and solve complex problems in research and development in industry or research institutions, to critically question them and, if necessary, to develop them further. Lastly, they are able to summarize the results in a meaningful way and to present and discuss them in the form of a short lecture (teamwork).</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D)</p> <p>1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>1 Studienleistung: Labor (Kolloquium, Protokoll)</p> <p>(E)</p> <p>1 examination element: written exam, 120 minutes or oral exam 30 minutes</p> <p>1 course achievement: laboratory (protocol/colloquium)</p>	
		<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-27	<p>Grafische Systemmodellierung mit Labor Mess- und Regelungstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden können heterogene physikalische Systeme mit Hilfe von graphischen Modellen, wie Energieflussdiagrammen und Bondgraphen, beschreiben. Sie sind in der Lage, heterogene Systeme zu analysieren und zu kategorisieren, so dass sie diese in homogene Teilsysteme zerlegen und den Teilsystemen das entsprechende physikalische Modell zuordnen können. Sie können zudem die Wechselwirkungen zwischen den Teilsystemen durch den Energieaustausch bei der Kopplung von Systemen beschreiben. Mit Hilfe der graphischen Modelle können sie die mathematische Beschreibung der Systemdynamik ableiten.</p> <p>Durch das Labor Mess- und Regelungstechnik werden die Studierenden in die Lage versetzt, ein exemplarisches mechatronisches System zu analysieren, es in Betrieb zu nehmen und experimentelle Untersuchungen daran durchzuführen. Die Studierenden können eine Bewegungsgleichung eines inversen Pendels formulieren, sie können Auswerteverfahren für analoge und digitale Drehwinkelsensoren entwerfen, sie können Übertragungsfunktionen für Gesamt- und Teilsysteme erstellen, sie können statische und dynamische Kalibrierungen sowie experimentelle Analysen im Zeit- und im Frequenzbereich durchführen. Die Studierenden sind in der Lage, Regler für unterschiedliche Problemstellungen zu entwerfen und diese durch Simulationsrechnungen zu analysieren, zu bewerten und zu optimieren. Durch die Gruppenstruktur des Labors erlernen die Studierenden, sich in das soziale Gefüge eines Teams einzugliedern und bauen ihre Fähigkeit aus, Herangehensweisen miteinander abzustimmen und Ergebnisse untereinander zu kommunizieren. Durch mündliche Vorträge verbessern die Studierenden ihre Fähigkeiten, Arbeitsergebnisse grafisch und schriftlich aufzubereiten und verständlich zu präsentieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can describe heterogeneous physical systems using graphical models such as energy flow diagrams and bond graphs. They are able to analyze and categorize heterogeneous systems so that they can break them down into homogeneous subsystems and assign the corresponding physical model to the subsystems. They are also able to describe the interactions between the subsystems through the energy transfer during the system coupling. Using the graphical models, they can derive the mathematical description of the system dynamics.</p> <p>The laboratory for measurement and control technology enables the students to analyze an exemplary mechatronic system, to put it into operation and to carry out experimental studies on it. The students can formulate an equation of motion of an inverse pendulum, they can design evaluation methods for analog and digital rotation angle sensors, they can create transfer functions for overall and subsystems, they can carry out static and dynamic calibrations as well as experimental analyzes in the time and frequency domain. The students are able to design controllers for different problems and to analyze, evaluate and optimize them using simulation calculations. Through the group structure of the laboratory, the students learn to integrate themselves into the social structure of a team and develop their ability to coordinate approaches and communicate results with each other. Through oral presentations, the students improve their skills to prepare work results graphically and in writing and to present them in an understandable way.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium zu den Laborversuchen</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes 1 Course achievement: Colloquium on the laboratory</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-32	<p>Grundlagen der elektrischen Messtechnik mit Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Grundlagen der Elektrischen Messtechnik" verfügen die Studierenden über eine grundlegende Übersicht über die Messkette, die Fehler bei einer Messung, den Einsatz und die Dimensionierung elektrischer Sensoren für nichtelektrische Größen und die wichtigsten Messgeräte. Diese Grundlagen ermöglichen die Nutzung, den Entwurf und die Fehlerbeurteilung moderner Messsysteme. Das Labor ermöglicht zusätzlich praktische Kenntnisse bei der Nutzung von Messsystemen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten Studienleistung: Erfolgreiche Teilnahme am Laborpraktikum</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-39	<p>Messelektronik mit reduziertem Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Messelektronik mit reduziertem Labor" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Schaltungstechnik und Messverfahren der Messelektronik. Die erworbenen praktischen Kenntnisse ermöglichen den schaltungstechnischen Aufbau für messtechnische Anwendungen. Vertiefte praktische Erfahrungen mit Messverfahren, die in der Vorlesung Messelektronik behandelt werden, werden im Labor vermittelt.</p> <p>Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung und Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile werden überfachliche Qualifikationen vermittelt bzw. eingeübt. Im Rahmen von Ausarbeitungen, Kolloquien und Abschlusspräsentationen sind dies wissenschaftliches Schreiben u. Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen) Studienleistung: Erfolgreiche Teilnahme am Laborpraktikum</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-28	<p>Messsignalverarbeitung mit Labor Industrielle Bildverarbeitung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden sind in der Lage, die mathematische Beschreibung von Messsignalen in Orts- und Frequenzraumdarstellung zu erläutern und das Konzept der Signalbeschreibung mit Wavelets zu skizzieren. Sie können lineare Systeme und deren dynamisches Verhalten mathematisch beschreiben. Die Studierenden können die für die Digitalisierung erforderlichen Komponenten (Anti-Aliasing-Filter, Abtast-Halte-Glied, A/D-Umsetzer) mit Hilfe von Datenblättern auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, analoge und digitale Filter anhand von Diagrammen gemäß Ordnung und Charakteristik zu unterscheiden. Sie können die Grundoperationen der digitalen Bildverarbeitung wiederholen.</p> <p>Im Verlauf des Labors Industrielle Bildverarbeitung werden die Studierenden in die Lage versetzt, die Soft- und Hardware eines Bildverarbeitungssystems zu benutzen und anhand von Bildmerkmalen die Aufnahmesituation zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden können die Bildverarbeitungskette erläutern und einzelne elektrische, optische und algorithmische Konzepte reproduzieren. Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen, wie z.B. Anwesenheitskontrolle, Lageerkennung, Klassifikation oder Vermessung, mit dem Bildverarbeitungssystem zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage, im Rahmen mündlicher Vorträge ihre Arbeitsergebnisse grafisch und schriftlich aufzubereiten und verständlich zu präsentieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to explain the mathematical description of measurement signals in spatial and frequency domain representation and to outline the concept of signal description with wavelets. They can describe linear systems and their dynamic behavior mathematically. Students can select the components required for digitization (anti-aliasing filter, sample-and-hold element, A/D converter) using data sheets. Students are able to distinguish analog and digital filters by means of diagrams according to order and characteristics. They can repeat the basic operations of digital image processing.</p> <p>In the course of the industrial image processing laboratory, students are put in a position to use the software and hardware of an image processing system and to evaluate the recording situation on the basis of image features. Students can explain the image processing chain and reproduce individual electrical, optical and algorithmic concepts. The students are able to solve problems, such as presence control, position detection, classification or measurement, with the image processing system. The students are able to prepare their work results graphically and in writing and present them in an understandable manner during oral presentations.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium zu den Laborversuchen</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes 1 course achievement: colloquium on the laboratory experiments</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-26	<p>Messsignalverarbeitung mit Labor Mess- und Regelungstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D)</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die mathematische Beschreibung von Messsignalen in Orts- und Frequenzraumdarstellung zu erläutern und das Konzept der Signalbeschreibung mit Wavelets zu skizzieren. Sie können lineare Systeme und deren dynamisches Verhalten mathematisch beschreiben. Die Studierenden können die für die Digitalisierung erforderlichen Komponenten (Anti-Aliasing-Filter, Abtast-Halte-Glied, A/D-Umsetzer) mit Hilfe von Datenblättern auswählen. Die Studierenden sind in der Lage, analoge und digitale Filter anhand von Diagrammen gemäß Ordnung und Charakteristik zu unterscheiden. Sie können die Grundoperationen der digitalen Bildverarbeitung wiederholen.</p> <p>Durch das Labor Mess- und Regelungstechnik werden die Studierenden in die Lage versetzt, ein exemplarisches mechatronisches System zu analysieren, es in Betrieb zu nehmen und experimentelle Untersuchungen daran durchzuführen. Die Studierenden können eine Bewegungsgleichung eines inversen Pendels formulieren, sie können Auswerteverfahren für analoge und digitale Drehwinkelsensoren entwerfen, sie können Übertragungsfunktionen für Gesamt- und Teilsysteme erstellen, sie können statische und dynamische Kalibrierungen sowie experimentelle Analysen im Zeit- und im Frequenzbereich durchführen. Die Studierenden sind in der Lage, Regler für unterschiedliche Problemstellungen zu entwerfen und diese durch Simulationsrechnungen zu analysieren, zu bewerten und zu optimieren. Durch die Gruppenstruktur des Labors erlernen die Studierenden, sich in das soziale Gefüge eines Teams einzugliedern und bauen ihre Fähigkeit aus, Herangehensweisen miteinander abzustimmen und Ergebnisse untereinander zu kommunizieren. Durch mündliche Vorträge verbessern die Studierenden ihre Fähigkeiten, Arbeitsergebnisse grafisch und schriftlich aufzubereiten und verständlich zu präsentieren.</p> <p>=====</p> <p>(E)</p> <p>The students are able to explain the mathematical description of measurement signals in spatial and frequency domain representation and to outline the concept of signal description with wavelets. They can describe linear systems and their dynamic behavior mathematically. Students can select the components required for digitization (anti-aliasing filter, sample-and-hold element, A/D converter) using data sheets. Students are able to distinguish analog and digital filters by means of diagrams according to order and characteristics. They can repeat the basic operations of digital image processing.</p> <p>The laboratory for measurement and control technology enables the students to analyze an exemplary mechatronic system, to put it into operation and to carry out experimental studies on it. The students can formulate an equation of motion of an inverse pendulum, they can design evaluation methods for analog and digital rotation angle sensors, they can create transfer functions for overall and subsystems, they can carry out static and dynamic calibrations as well as experimental analyzes in the time and frequency domain. The students are able to design controllers for different problems and to analyze, evaluate and optimize them using simulation calculations. Through the group structure of the laboratory, the students learn to integrate themselves into the social structure of a team and develop their ability to coordinate approaches and communicate results with each other. Through oral presentations, the students improve their skills to prepare work results graphically and in writing and to present them in an understandable way.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D)</p> <p>1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium zu den Laborversuchen</p> <p>(E)</p> <p>1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes 1 Course achievement: Colloquium on the laboratory</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

7. Profildbereich - Vertiefung: Messverfahren und Anwendungen

Modulnummer	Modul	
MB-IOT-03	<p>Analytik und Prüfung in der Oberflächentechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden sind in der Lage, auf dem Gebiet der Analytik und Charakterisierung von Oberflächen und Schichten geeignete Verfahren zu beschreiben und anwendungsorientiert anzuwenden. Gleichzeitig können die Teilnehmer*innen der Vorlesung exemplarisch die physikalische Grundkenntnisse (Strahlungsgesetze, Energieerhaltung, Atommodell usw.), die sie im Bachelorstudium erworben haben, anhand der oberflächentechnischen Fragestellung anwenden.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can apply the analytics and characterization of surfaces and thin. Students can use the knowledge of bachelor-level physics to multiple examples of practical importance.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündlich Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IOT-21	<p>Charakterisierung von Oberflächen und Schichten</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können nach Abschluss dieses Moduls gängige Verfahren zur Charakterisierung mechanischer, elektrischer und optischer Eigenschaften von dünnen und ultradünnen Schichten sowie der Benetzungseigenschaften von Oberflächen beschreiben. Sie sind in der Lage, Verfahren zur Bestimmung der Dicke, Topographie, Zusammensetzung und inneren Struktur von Oberflächen bzw. Schichten auszuwählen.</p> <p>=====</p> <p>(E) After finishing the module students can describe commonly used methods applied for characterizing mechanical, electrical, optical and wetting properties of thin and ultrathin films. They are able to select methods for measuring thickness, topography, composition and inner structure of surfaces and thin films.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-22	<p>Dimensional Metrology for Precision Engineering</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> The students have an insight to the traceable dimensional metrology and are able to describe the research frontiers in this field. They can explain various high accurate dimensional metrology techniques, including length and angle metrology, photo mask metrology, coordinate metrology, form metrology, surface metrology and nanometrology. They are able to analyze transfer artefacts and standards applicable for calibrating dimension measuring devices. In addition, they can illustrate high accurate optical interferometry devices as well as self-calibration techniques.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur 90 min oder mündliche Prüfung 30 min (E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-23	<p>Elektrische Energiemesstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden sind in der Lage, die Grundlagen des Fachgebietes der (Hoch-)Spannungs-, Leistungs- und Energietechnik zu diskutieren. Sie können die Unterschiede zwischen analoger und digitaler Messtechnik auflisten. Sie sind in der Lage, verwendete Messgeräte und die Spezifika der Prüfungen zu reproduzieren und die Anforderungen an die Messtechnik im Bereich der modernen Energieerzeugung und Verteilungssysteme zu erläutern. Die Studierenden können das Messen von Strom und Spannungen im Frequenzbereich von DC bis zu einem MHz sowie deren Phasenwinkel zur Bestimmung der Leistung und Energie beschreiben. Sie sind in der Lage, Wirk-, Blind- und Scheinleistung sowie deren mathematische Bedeutung zu unterscheiden. Die Studierenden können Elektrizitätszähler mit deren Zusatzeinrichtungen sowie Messwandler und deren Prüfung bzw. Kalibrierung darstellen.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to discuss the basics of the field of (high) voltage, power and energy engineering. They can list the differences between analog and digital measurement technology. They are able to reproduce used measuring instruments and the specifics of the tests and to explain the requirements for measurement technology in the field of modern power generation and distribution systems. Students are able to describe the measurement of current and voltage in the frequency range from DC to one MHz as well as their phase angle for determining power and energy. They are able to distinguish active, reactive and apparent power as well as their mathematical meaning. Students can display electricity meters with their additional equipment as well as measuring transformers and their testing or calibration.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (E) 1 Examination element: Written Exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IAF-14	<p>Experimentelle Modalanalyse ohne Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die erlernten mechanischen und mathematischen Grundlagen, die die Basis der experimentellen Modalanalyse bilden, anzuwenden und Beispiele aus verschiedenen Anwendungsbereichen zu analysieren. Sie können mechanische Modelle anhand Beispielen aus der Realität entwickeln. Die Studierenden werden befähigt messtechnische Verfahren für bestimmte Herausforderungen auszuwählen. Sie sind in der Lage, Messaufgaben der experimentellen modalen Analyse selbst zu entwerfen und anhand von erlernten Kriterien zu beurteilen.</p> <p>=====</p> <p>(E) After completing the module, students will be able to apply the mechanical and mathematical principles they have learned, which form the basis of experimental modal analysis, and analyze examples from various application areas. They will be able to develop mechanical models based on real-world examples. Students will be able to select measurement techniques for specific challenges. They will be able to design measurement tasks of experimental modal analysis themselves and to evaluate them based on learned criteria.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) Prüfungsleistung: Klausur 120 Min oder mündliche Prüfung, 60 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination 60 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-18	<p>Fertigungsmesstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können die Aufgaben der Fertigungsmesstechnik und ihre Einbettung in die Struktur eines produzierenden Unternehmens erläutern. Sie können die Grundbegriffe der Messtechnik erklären und die Messunsicherheit nach GUM berechnen. Sie können die Vorgehensweise bei der Prüfplanung und dem Prüfmittelmanagement sowie die statistische Prozessregelung SPC beschreiben. Darüber hinaus können sie die wesentlichen Verfahren und Geräte der dimensionellen Messtechnik und ihre charakteristischen Eigenschaften beschreiben. Für vorgegebene Messaufgaben sind sie in der Lage, unterschiedliche Messverfahren zu vergleichen und ein zur Lösung der Aufgabe geeignetes Verfahren zu wählen.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to comment on the production measurement technologys functions and its embedding into producing companies. They can describe the terms and definitions of metrology and are able to estimate the measurement uncertainty according to the GUM. They are also able to describe testing schedule procedures and the management of test equipment. Furthermore, the students are able to describe fundamental methods and devices of the dimensional metrology as well as their characteristics. For a given measurement problem they are able to compare different measurement solutions and to choose a method that is suitable for solving the task.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IFF-03	<p>Flugmesstechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden sind in der Lage, interdisziplinäre Problemstellungen der Elektrotechnik, Physik und der Ingenieurwissenschaften im Bereich der Flugmesstechnik selbstständig zu diskutieren. Anhand verschiedener methodischer und analytischer Ansätze können die Studierenden spezifische Probleme der Flugmesstechnik beurteilen und in Lösungsansätze umsetzen. Sie können die Funktion verschiedener Sensoren sowie die Verarbeitung von Sensorsignalen erläutern und wiedergeben.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to independently discuss interdisciplinary problems of electrical engineering, physics and engineering sciences in the field of flight measurement technology. Using various methodical and analytical approaches, the students are able to assess specific problems in flight measurement technology and implement them in solution approaches. They can explain and reproduce the function of various sensors and the processing of sensor signals.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 120 minutes or oral exam, 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
ET-IHT-33	<p>Halbleitermesstechnik (2013)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls Halbleitermesstechnik verfügen die Studierenden über - grundlegendes Verständnis der wichtigsten Verfahren zur Charakterisierung von Halbleiterwerkstoffen - die Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Verfahren für die Qualitätskontrolle bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen - eingehende Kenntnisse und praktische Erfahrung bei der Analyse und Bewertung von Messergebnissen an Volumenkristallen, Schichten sowie mikro- und nanostrukturierten Bauelementen</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
ET-NT-53	<p>Hochfrequenz- und Mobilfunkmesstechnik (2013)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der modernen Kommunikationsmesstechnik. Es werden Kenntnisse zur Messung von Signalen und Übertragungscharakteristiken im Zeit- und Frequenzbereich, zur Antennenmesstechnik, zur Protokollmesstechnik und zur Kanalmessung vermittelt, wie sie zum Verständnis und zur Anwendung modernster Messgeräte, beispielsweise im Mobilfunkbereich, unerlässlich sind. Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Messsysteme in Forschung und Entwicklung selbstständig einzusetzen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 1 Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-PFI-21	<p>Messtechnische Methoden an Strömungsmaschinen</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien und Eigenschaften der wichtigsten Messverfahren und Auswertemethoden an Strömungsmaschinen und können diese qualitativ (Eigenschaften) und quantitativ (Genauigkeiten) erläutern. Die Studierenden sind in die Lage, selbstständig aus den Verfügung stehenden Messverfahren diejenigen auszuwählen und anzuwenden, die zur Lösung der Messaufgabe am besten geeignet sind, sowie deren Vor- und Nachteile zu analysieren. Die Studierenden können Sensoren hinsichtlich ihrer Eignung für Messaufgaben beurteilen und Messunsicherheitsanalysen für Nachweisverfahren (z.B. ISO 9906) eigenständig durchführen.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students understand the basic principles and properties of the most important measurement and evaluation methods on fluid machines and can explain these qualitatively (properties) and quantitatively (accuracies). The students are able to select and apply independently from the available measuring methods those which are best suited to solve the measuring task and to analyse their advantages and disadvantages. The students are able to assess sensors with regard to their suitability for measurement tasks and to independently perform measurement uncertainty analyses for detection methods (e.g. ISO 9906).</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 120 minutes or oral exam 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPAT-08	<p>Mikroskopie und Partikelmessung im Mikro- und Nanometerbereich</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise von optischen Mikroskopen beschreiben und den Zusammenhang zwischen Strahlengang und Bilderzeugung bzw. Kontrastierung erklären. Darauf aufbauend können sie für biologische und technische Anwendungen geeignete mikroskopische Techniken und Parameter auswählen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage den Aufbau von Elektronenmikroskopen zu skizzieren und die Funktionsweise der einzelnen Baugruppen zu erklären. Sie können die einzelnen Effekte, die beim Auftreffen von Elektronen auf Materie entstehen, wiedergeben und mit den verschiedenen Detektoren des Geräts verknüpfen. Die Studierenden kennen die Anforderungen an elektronenmikroskopische Proben und können geeignete Präparationstechniken auswählen.</p> <p>Die Studierende können die Funktion aller üblichen Methoden zur Partikelgrößenanalyse erklären und sind in der Lage, Kriterien für die Wahl einer Messmethode anhand des zu untersuchenden Stoffsystems abzuleiten. Sie können erhaltene Partikelgrößenverteilungen umrechnen und charakteristische Werte berechnen.</p> <p>Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise von ausgewählten Rastersondenmikroskopen (STM und AFM) und können verschiedene Messmodi erklären. Sie sind in der Lage Messergebnisse kritisch auszuwerten und die Ergebnisse zu interpretieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Arbeitsergebnisse in Gruppen zu erstellen und zu präsentieren.</p> <p>(E) After completing the module, students will be able to describe the setup and operation of optical microscopes and explain the relationship between beam path and image generation or contrasting. Based on this, they will be able to select suitable microscopic techniques and parameters for biological as well as technical applications.</p> <p>The students are able to sketch the setup of electron microscopes and explain the functionalities of the individual modules. They will be able to reproduce the individual interactions that occur when electrons strike matter and link them to the various detectors of the instrument. Students will know the requirements for electron microscopic specimens and be able to select appropriate preparation techniques.</p> <p>Students will be able to explain the function of all common methods for particle size analysis and will be able to derive criteria for selecting a measurement method based on the material system under investigation. They will be able to convert obtained particle size distributions and calculate characteristic values.</p> <p>The students know the construction and the mode of operation of selected scanning probe microscopes (STM and AFM) and can explain different measuring modes. They are able to critically evaluate measurement results and interpret the results.</p> <p>The students are able to prepare and present work results in groups.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten)</p> <p>(E) 1 Examination: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-09	<p>Qualitätssicherung für die Elektronikfertigung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden können diverse zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren erläutern. Zudem können sie Aufnahmen von automatischen optischen Inspektionssystemen analysieren und die Prüfergebnisse kategorisieren. Die Studierenden können sowohl verschiedene Prüfmethoden, wie z.B. In-Circuit-Tests und Funktionstests, unterscheiden als auch unterschiedliche Prüfwerkzeuge, beispielsweise Digitaloszilloskope mit Logikanalysatoren, vergleichen. Des Weiteren können die Studierenden auftretende Probleme bei der Prüfung von Elektronikbauteilen bestimmen und diese anhand bekannter Strategien lösen. Schließlich können die Studierenden grundlegende Maßnahmen im Qualitätsmanagement mithilfe einschlägiger QM-Werkzeuge schildern. Die Studierenden können den Ablauf einer Fertigungsline in der Elektronikproduktion anhand einer Skizze darstellen. Darüber hinaus sind sie durch Besichtigung eines tatsächlichen Fertigungsablaufs von bestückten Leiterplatten im Rahmen einer Werksführung in der Lage, diese Skizze mit den realen Gegebenheiten zu verbinden.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students can explain various destructive and non-destructive testing methods. In addition, they can analyze images from automatic optical inspection systems and categorize the test results. Students can distinguish between different test methods such as in-circuit tests and functional tests and compare different test tools, for example digital oscilloscopes with logic analyzers. Moreover, students can determine problems that occur during the inspection of electronic components and solve these problems using known strategies. Finally, students can describe basic quality management measures using relevant QM-tools. The students can illustrate the process of a production line in electronics production by means of a sketch. Furthermore, they are able to connect this sketch with the real situation by looking at an actual production sequence of assembled PCBs during a factory tour.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IAF-22	<p>Schwingungsmesstechnik ohne Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden Grundlagen zur Messkette als auch über die wichtigsten Sensorprinzipien und Sensoren zur Messung schwingungstechnischer Größen beschreiben. Darüber hinaus verstehen die Studierenden die unterschiedlichen Beschreibungsformen gemessener Signale im Zeit- und Frequenzbereich und sind in der Lage geeignete Messverfahren zur Lösung typischer schwingungstechnischer Aufgabenstellungen auszuwählen und zu bewerten. Durch die Teilnahme am Labor, können die Studierenden wesentliche Messverstärker,-filter und -geräte bedienen, Messungen und Kalibrierungen durchführen sowie Messfehler beurteilen und beseitigen.</p> <p>(E) After completing the module, students will be able to describe the fundamentals of the measurement chain as well as the most important sensor principles and sensors for measuring vibration-related variables. In addition, the students understand the different forms of description of measured signals in the time and frequency domain and are able to select and evaluate suitable measurement methods for solving typical vibration engineering tasks. By participating in the laboratory, students will be able to operate essential measurement amplifiers, filters and devices, perform measurements and calibrations, as well as evaluate and eliminate measurement errors.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 45 Minuten</p> <p>(E) 1 examination element: Written exam of 120 minutes or oral exam of 45 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-STD-56	<p>Spektroskopische Methoden der organischen Chemie</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden kennen grundlegende Arbeitstechniken organischer Synthesechemie, wobei die Versuche/Präparate den Grundreaktionstypen der Organischen Chemie folgend unterteilt sind. Sie besitzen die Fähigkeit, die dargestellten Substanzen mit modernen spektroskopischen und spektrometrischen Methoden qualitativ und quantitativ zu charakterisieren.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 1 Prüfungsleistung: Klausur 120 Min. oder mündl. Prüfung, 30 Min. 1 Studienleistung: schriftliche Prüfung 60 Min. oder Präsentation</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 0</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IFS-07	<p>Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Nach Abschluss dieses Modules beherrschen die Studierenden die theoretischen Grundlagen und das methodische Wissen zum Einsatz der Werkstoffprüfung. Die Studierenden können die gängigen Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung benennen und beschreiben. Mit dem erworbenen Wissen sind sie in der Lage, geeignete zerstörungsfreie Prüfverfahren auszuwählen und diese anzuwenden, um die Qualität von Fügeverbindungen zu überprüfen.</p> <p>=====</p> <p>(E) After having completed this module, the students master the theoretical basic principles and the methodical knowledge for applying the material test. The students can identify and describe the established procedures of non-destructive material testing. With this acquired knowledge they are capable to select suitable non-destructive testing methods and to use them to check the quality of joints.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 2</p>

8. Laborbereich - Vertiefung: Messverfahren und Anwendungen

Modulnummer	Modul	
MB-IOT-27	<p>Analytik und Prüfung in der Oberflächentechnik mit Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden sind in der Lage auf dem Gebiet der Analytik und Charakterisierung von Oberflächen und Schichten geeignete analytische und charakterisierende Verfahren zu beschreiben und anwendungsorientiert anzuwenden. Gleichzeitig können sie exemplarisch die physikalische Grundkenntnisse (Strahlungsgesetze, Energieerhaltung, Atommodell usw.), die sie im Bachelorstudium erworben haben, anhand der Oberflächentechnischen Fragestellung anwenden. Durch eigene Versuche im Laborteil des Moduls können sie die analytischen Verfahren zur Oberflächenanalytik anwenden und in der Praxis Messergebnisse bewerten.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can apply the analytics and characterization of surfaces and thin films which is an important field in engineering. Students can use the knowledge of bachelor-level physics to multiple examples of practical importance. Due to practice tests in the lab program they can apply and analyze the analytical methods of surface analytics.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Protokoll zu den absolvierten Laborversuchen</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 90 minutes or oral exam 30 minutes 1 course achievement: protocol of the laboratory experiments</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-STD-61	<p>Analytische Chemie</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden verstehen analytische Grundbegriffe und besitzen theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten in der qualitativen und quantitativen Analyse; sie kennen Trenn- und Anreicherungsverfahren, Bestimmungsmethoden sowie chemometrische Auswertungsverfahren.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 1 Prüfungsleistung: Klausur 120min oder mündl. Prüfung 30 min. 1 Studienleistung: Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-36	<p>Biomedizinische Technik mit Praxis</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Biomedizinische Technik" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die wichtigsten Diagnoseverfahren der Humanmedizin. Die erworbenen praktischen Kenntnisse ermöglichen den Entwurf und die Auswertung von einfachen Diagnoseverfahren.</p> <p>Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung werden die innerhalb der Vorlesung erworbenen Kenntnisse in Laborversuchen nach einführendem Kolloquium in Teamarbeit praktisch umgesetzt. In einem Versuchsprotokoll wird zusätzlich wissenschaftliches Schreiben und Dokumentation geübt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten (Schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IOT-22	<p>Charakterisierung von Oberflächen und Schichten mit Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können nach Abschluss dieses Moduls gängige Verfahren zur Charakterisierung mechanischer, elektrischer und optischer Eigenschaften von dünnen und ultradünnen Schichten sowie der Benetzungseigenschaften von Oberflächen beschreiben. Sie sind in der Lage, Verfahren zur Bestimmung der Dicke, Topographie, Zusammensetzung und inneren Struktur von Oberflächen bzw. Schichten auszuwählen. Sie können die vorgestellten Verfahren praktisch anwenden und die gewonnenen Ergebnisse beurteilen.</p> <p>=====</p> <p>(E) After finishing the module students can describe commonly used methods applied for characterizing mechanical, electrical, optical and wetting properties of thin and ultrathin films. They are able to select methods for measuring thickness, topography, composition and inner structure of surfaces and thin films. They can apply the presented methods and evaluate the results.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Protokoll zu den absolvierten Laborversuchen</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 90 minutes or oral exam 30 minutes 1 course achievement: protocol of the laboratory experiments</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IAF-13	<p>Experimentelle Modalanalyse mit Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die erlernten mechanischen und mathematischen Grundlagen, die die Basis der experimentellen Modalanalyse bilden, anzuwenden und Beispiele aus verschiedenen Anwendungsbereichen zu analysieren. Sie können mechanische Modelle anhand Beispielen aus der Realität entwickeln. Die Studierenden werden befähigt messtechnische Verfahren für bestimmte Herausforderungen auszuwählen und einfache schwingungsmesstechnische Aufgaben selbst durchzuführen. Sie sind in der Lage, Messaufgaben der experimentellen modalen Analyse selbst zu entwerfen, durchzuführen und anhand von erlernten Kriterien zu beurteilen.</p> <p>=====</p> <p>(E) After completing the module, students will be able to apply the mechanical and mathematical principles they have learned, which form the basis of experimental modal analysis, and analyze examples from various application areas. They will be able to develop mechanical models based on real-world examples. Students will be able to select measurement techniques for specific challenges and perform simple vibration measurement tasks themselves. They will be able to design and carry out measurement tasks of experimental modal analysis themselves and to evaluate them based on learned criteria.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Laborberichte</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes 1 Course achievement: certified lab protocols</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-ISM-30	<p>Experimentelle Verfahren in der Strömungsmechanik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden sind in der Lage, mechanische, elektrische und optische Messmethoden zur Bestimmung von strömungsmechanischen Größen wie Druck, Dichte, Geschwindigkeit, Temperatur und Wandschubspannung zu erklären. Neben dem Funktionsprinzip und der Genauigkeit der einzelnen Messverfahren können die Studierenden auch deren Möglichkeiten und Grenzen bewerten und Methoden benutzen, diese zu erweitern und zu verbessern. Im Rahmen der Laborveranstaltung wenden die Studierenden die vorgestellten Messtechniken im praktischen Umgang an.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to explain mechanical, electrical and optical measurement techniques to determine fluid mechanical quantities like pressure, density, velocity, temperature and shear stress. Beyond the basic principle and the accuracy of the different measurement techniques, the students can evaluate the limitations of the techniques and use methods to improve and expand them. In their laboratory exercises, the students apply the measurement techniques as a hands-on experience.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten (zu Lehrveranstaltung Messmethoden in der Strömungsmechanik) 1 Studienleistung: Protokoll zu den absolvierten Laborversuchen</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 120 minutes or oral exam, 30 minutes (according to Messmethoden in der Strömungsmechanik) 1 course achievement: protocol of the completed laboratory experiments</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-31	<p>Fertigungsmesstechnik mit Labor Industrielle Bildverarbeitung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D)</p> <p>Die Studierenden können die Aufgaben der Fertigungsmesstechnik und ihre Einbettung in die Struktur eines produzierenden Unternehmens erläutern. Sie können die Grundbegriffe der Messtechnik erklären und die Messunsicherheit nach GUM berechnen. Sie können die Vorgehensweise bei der Prüfplanung und dem Prüfmittelmanagement sowie die statistische Prozessregelung SPC beschreiben. Darüber hinaus können sie die wesentlichen Verfahren und Geräte der dimensionellen Messtechnik und ihre charakteristischen Eigenschaften beschreiben. Für vorgegebene Messaufgaben sind sie in der Lage, unterschiedliche Messverfahren zu vergleichen und ein zur Lösung der Aufgabe geeignetes Verfahren zu wählen.</p> <p>Im Verlauf des Labors Industrielle Bildverarbeitung werden die Studierenden in die Lage versetzt, die Soft- und Hardware eines Bildverarbeitungssystems zu benutzen und anhand von Bildmerkmalen die Aufnahmesituation zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden können die Bildverarbeitungskette erläutern und einzelne elektrische, optische und algorithmische Konzepte reproduzieren. Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen, wie z.B. Anwesenheitskontrolle, Lageerkennung, Klassifikation oder Vermessung, mit dem Bildverarbeitungssystem zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage, im Rahmen mündlicher Vorträge ihre Arbeitsergebnisse grafisch und schriftlich aufzubereiten und verständlich zu präsentieren.</p> <p>=====</p> <p>(E)</p> <p>The students are able to comment on the production measurement technologys functions and its embedding into producing companies. They can describe the terms and definitions of metrology and are able to estimate the measurement uncertainty according to the GUM. They are also able to describe testing schedule procedures and the management of test equipment. Furthermore, the students are able to describe fundamental methods and devices of the dimensional metrology as well as their characteristics. For a given measurement problem they are able to compare different measurement solutions and to choose a method that is suitable for solving the task.</p> <p>In the course of the industrial image processing laboratory, students are put in a position to use the software and hardware of an image processing system and to evaluate the recording situation on the basis of image features. Students can explain the image processing chain and reproduce individual electrical, optical and algorithmic concepts. The students are able to solve problems, such as presence control, position detection, classification or measurement, with the image processing system. The students are able to prepare their work results graphically and in writing and present them in an understandable manner during oral presentations.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D)</p> <p>1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium zu den Laborversuchen</p> <p>(E)</p> <p>1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes 1 Course achievement: Colloquium on the laboratory</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-33	<p>Fertigungsmesstechnik mit Labor Optische 3D-Messtechnik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können die Aufgaben der Fertigungsmesstechnik und ihre Einbettung in die Struktur eines produzierenden Unternehmens erläutern. Sie können die Grundbegriffe der Messtechnik erklären und die Messunsicherheit nach GUM berechnen. Sie können die Vorgehensweise bei der Prüfplanung und dem Prüfmittelmanagement sowie die statistische Prozessregelung SPC beschreiben. Darüber hinaus können sie die wesentlichen Verfahren und Geräte der dimensionellen Messtechnik und ihre charakteristischen Eigenschaften beschreiben. Für vorgegebene Messaufgaben sind sie in der Lage, unterschiedliche Messverfahren zu vergleichen und ein zur Lösung der Aufgabe geeignetes Verfahren zu wählen.</p> <p>Durch das Labor Optische 3D-Messtechnik werden die Studierenden in die Lage versetzt, einen photogrammetrischen Streifenprojektionssensor sowie ein Photogrammetriesystem in Betrieb zu nehmen und auf konkrete Messaufgaben anzuwenden sowie die gewonnenen Messdaten mittels der zugehörigen Auswertesoftware zu analysieren. Die Studierenden können mittels der Auswertesoftware dreidimensionale Messdaten bearbeiten, Soll-Ist-Vergleiche erfasster Geometrien durchführen, Form- und Lagetoleranzen bestimmen, Trendanalysen durchführen sowie aussagekräftige Dokumentationen hierzu erstellen. Unter Anwendung des Photogrammetriesystems erlernen die Studierenden, hochgenaue Messungen von Raumkoordinaten durchzuführen und durch wiederholte Messung in unterschiedlichen Lastfällen quasi-statische Deformationsanalysen durchzuführen und zu visualisieren. Die Studierenden präsentieren im Rahmen von Vorträgen ausgewählte Aspekte der eingesetzten Messverfahren und sind in der Lage, die grundsätzliche Wirkungsweise der Messverfahren zu erläutern. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die gewonnenen Messdaten in Hinblick auf Plausibilität zu analysieren und zu bewerten. Durch die im Labor eingesetzte Methode des problemorientierten Lernens entwickeln die Studierenden zudem ihre Kompetenz weiter, mit auftretenden Problemen und unerwarteten Ergebnissen konstruktiv umzugehen und eigenständig Problemlösungen zu identifizieren und umzusetzen.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students are able to comment on the production measurement technology's functions and its embedding into producing companies. They can describe the terms and definitions of metrology and are able to estimate the measurement uncertainty according to the GUM. They are also able to describe testing schedule procedures and the management of test equipment. Furthermore, the students are able to describe fundamental methods and devices of the dimensional metrology as well as their characteristics. For a given measurement problem they are able to compare different measurement solutions and to choose a method that is suitable for solving the task.</p> <p>The Optical 3D Metrology Laboratory enables students to put a photogrammetric stripe projection sensor and a photogrammetry system into operation and apply them to specific measurement tasks and to analyze the measurement data obtained using the associated evaluation software. Using the evaluation software, students can edit three-dimensional measurement data, carry out target-actual comparisons of recorded geometries, determine shape and position tolerances, carry out trend analyses and create meaningful documentation. Using the photogrammetry system, the students learn to carry out highly precise measurements of spatial coordinates and to carry out and visualize quasi-static deformation analyses by repeated measurements in different load cases. The students give oral presentations on selected aspects of the used measurement methods and are able to explain the basic mode of operation of the measurement methods. Students will be able to analyze and evaluate the measurement data obtained in terms of plausibility. Through the method of problem-oriented learning used in the laboratory, the students also develop their skills to deal constructively with problems and unexpected results and to identify and implement problem solutions independently.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D)</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
	1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium zu den Laborversuchen (E) 1 Examination element: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes 1 Course achievement: Colloquium on the laboratory	

Modulnummer	Modul	
MB-PFI-30	<p>Messtechnische Methoden an Strömungsmaschinen mit kleinem Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien und Eigenschaften der wichtigsten Messverfahren und Auswertemethoden an Strömungsmaschinen und können diese qualitativ (Eigenschaften) und quantitativ (Genauigkeiten) erläutern. Die Studierenden sind in die Lage, selbstständig aus den zur Verfügung stehenden Messverfahren, diejenigen auszuwählen und anzuwenden, die zur Lösung der Messaufgabe am besten geeignet sind, sowie deren Vor- und Nachteile zu analysieren. Die Studierenden können Sensoren hinsichtlich ihrer Eignung für Messaufgaben beurteilen und Messunsicherheitsanalysen für Nachweisverfahren (z.B. ISO 9906) eigenständig durchführen. Im Labor werden zusätzlich selbstständig Messketten aufgebaut und Verfahren zur Messwerterfassung und -auswertung erschaffen bzw. programmiert.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students understand the basic principles and properties of the most important measurement and evaluation methods on fluid machines and can explain these qualitatively (properties) and quantitatively (accuracies). The students are able to select and apply independently from the available measuring methods those which are best suited to solve the measuring task and to analyse their advantages and disadvantages. The students are able to assess sensors with regard to their suitability for measurement tasks and to independently perform measurement uncertainty analyses for detection methods (e.g. ISO 9906). In the laboratory, students will also independently set up measuring chains and create or program procedures for recording and evaluating measured values.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten 1 Studienleistung: Protokoll zu den absolvierten Laborversuchen</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 120 minutes or oral exam, 30 minutes 1 course achievement: protocol of the completed laboratory experiments</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-29	<p>Qualitätssicherung für die Elektronikfertigung mit Labor Industrielle Bildverarbeitung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden können diverse zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren erläutern. Zudem können sie Aufnahmen von automatischen optischen Inspektionssystemen analysieren und die Prüfergebnisse kategorisieren. Die Studierenden können sowohl verschiedene Prüfmethoden, wie z.B. In-Circuit-Tests und Funktionstests, unterscheiden als auch unterschiedliche Prüfwerkzeuge, beispielsweise Digitaloszilloskope mit Logikanalysatoren, vergleichen. Des Weiteren können die Studierenden auftretende Probleme bei der Prüfung von Elektronikbauteilen bestimmen und diese anhand bekannter Strategien lösen. Schließlich können die Studierenden grundlegende Maßnahmen im Qualitätsmanagement mithilfe einschlägiger QM-Werkzeuge schildern. Die Studierenden können den Ablauf einer Fertigungslinie in der Elektronikproduktion anhand einer Skizze darstellen. Darüber hinaus sind sie durch Besichtigung eines tatsächlichen Fertigungsablaufs von bestückten Leiterplatten im Rahmen einer Werksführung in der Lage, diese Skizze mit den realen Gegebenheiten zu verbinden.</p> <p>Im Verlauf des Labors Industrielle Bildverarbeitung werden die Studierenden in die Lage versetzt, die Soft- und Hardware eines Bildverarbeitungssystems zu benutzen und anhand von Bildmerkmalen die Aufnahmesituation zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden können die Bildverarbeitungskette erläutern und einzelne elektrische, optische und algorithmische Konzepte reproduzieren. Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen, wie z.B. Anwesenheitskontrolle, Lageerkennung, Klassifikation oder Vermessung, mit dem Bildverarbeitungssystem zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage, im Rahmen mündlicher Vorträge ihre Arbeitsergebnisse grafisch und schriftlich aufzubereiten und verständlich zu präsentieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) The students can explain various destructive and non-destructive testing methods. In addition, they can analyze images from automatic optical inspection systems and categorize the test results. Students can distinguish between different test methods such as in-circuit tests and functional tests and compare different test tools, for example digital oscilloscopes with logic analyzers. Moreover, students can determine problems that occur during the inspection of electronic components and solve these problems using known strategies. Finally, students can describe basic quality management measures using relevant QM-tools. The students can illustrate the process of a production line in electronics production by means of a sketch. Furthermore, they are able to connect this sketch with the real situation by looking at an actual production sequence of assembled PCBs during a factory tour.</p> <p>In the course of the industrial image processing laboratory, students are put in a position to use the software and hardware of an image processing system and to evaluate the recording situation on the basis of image features. Students can explain the image processing chain and reproduce individual electrical, optical and algorithmic concepts. The students are able to solve problems, such as presence control, position detection, classification or measurement, with the image processing system. The students are able to prepare their work results graphically and in writing and present them in an understandable manner during oral presentations.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Kolloquium</p> <p>(E) 1 examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes 1 course achievement: colloquium</p>	<p>LP: 7</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IAF-20	<p>Schwingungsmesstechnik mit Labor</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden Grundlagen zur Messkette als auch über die wichtigsten Sensorprinzipien und Sensoren zur Messung schwingungstechnischer Größen beschreiben. Darüber hinaus verstehen die Studierenden die unterschiedlichen Beschreibungsformen gemessener Signale im Zeit- und Frequenzbereich und sind in der Lage geeignete Messverfahren zur Lösung typischer schwingungstechnischer Aufgabenstellungen auszuwählen und zu bewerten. Durch die Teilnahme am Labor, können die Studierenden wesentliche Messverstärker,-filter und -geräte bedienen, Messungen und Kalibrierungen durchführen sowie Messfehler beurteilen und beseitigen.</p> <p>(E) After completing the module, students will be able to describe the fundamentals of the measurement chain as well as the most important sensor principles and sensors for measuring vibration-related variables. In addition, the students understand the different forms of description of measured signals in the time and frequency domain and are able to select and evaluate suitable measurement methods for solving typical vibration engineering tasks. By participating in the laboratory, students will be able to operate essential measurement amplifiers, filters and devices, perform measurements and calibrations, as well as evaluate and eliminate measurement errors.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: Protokoll zu den absolvierten Laborversuchen</p> <p>(E) 1 examination element: written exam of 90 min or oral exam of 30 min 1 course achievement: protocol of the completed laboratory experiments</p>	<p><i>LP:</i> 7</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

9. Wahlbereich Fachliche Qualifikationen

Modulnummer	Modul	
PHY-AP-44	<p>Gravitationswellendetektion</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D)Die Teilnehmenden können phänomenologisch die Entstehung von Gravitationswellen beschreiben, Arten von Quellen benennen und jeweils typische Spektren zuordnen. Die Teilnehmenden können verschiedene Arten zur Detektion von Gravitationswellen benennen und qualitativ ihre Wirkungsweise beschreiben. Die Teilnehmenden können wesentliche Komponenten eines interferometrischen Gravitationswellendetektors benennen und ihre Funktionsweise erklären. Die Teilnehmenden können wesentliche fundamentale Rauschprozesse benennen, ihre jeweiligen physikalischen Ursachen erklären und ihnen Frequenzbereiche zuordnen, in denen sie die Empfindlichkeit von Gravitationswellendetektoren limitieren. Die Teilnehmenden können erweiterte Interferometertechniken und Quantentechnologien zur Empfindlichkeitssteigerung benennen und ihre Wirkmechanismen erläutern.</p> <p>(E)The participants will be able to describe the origin of gravitational waves phenomenologically, name types of sources and assign typical spectra to them. The participants can name different types of detection of gravitational waves and describe their mode of action qualitatively. The participants can name essential components of an interferometric gravitational wave detector and explain how they work. The participants can name essential fundamental noise processes, explain their respective physical causes and assign frequency ranges in which they limit the sensitivity of gravitational wave detectors. The participants can name advanced interferometer techniques and quantum technologies for increasing sensitivity and explain their mechanisms of action.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-IPROM-21	<p>Industrielles Qualitätsmanagement</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> (D) Die Studierenden können den Begriff Qualität sowie dessen Relevanz für ein Unternehmen anhand theoretischer Grundlagen und Praxisbeispielen darlegen. Sie können mehrere Managementsysteme benennen. Des Weiteren können die Studierenden anhand geeigneter QM-Werkzeuge Problemursachen illustrieren und Zusammenhänge daraus ableiten. Sie können zudem verschiedene Qualitätsprogramme im Total Quality Management beschreiben. Schließlich können die Studierenden die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsmanagementsystemen anhand mehrerer Berechnungsmodelle analysieren. Darüber hinaus können sie die Qualität von Produkten anhand verschiedener Mess- und Prüfmethoden bestimmen und dazu eine geeignete Auswahl an Prüfparametern treffen. Die Studierenden können unterschiedliche QM-Methoden in der Entwicklung und Konstruktion vergleichen sowie QM-Systeme in der Beschaffung unterscheiden. Sie können in der Fertigung eingesetzte QM-Werkzeuge erläutern und eine Qualitätsregelkarte zeichnen. Zudem sind sie in der Lage die Bedeutung von Qualität beim Kunden zu definieren und anhand von Methoden zur Datenerfassung und analyse, etwa eines Lebensdauertests, zu bewerten. Die Studierenden können schließlich Qualitätsmanagementsysteme entlang der Supply Chain darstellen.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can explain the term quality and its relevance for a company on the basis of theoretical principles and practical examples. They can name several management systems. Furthermore, the students use suitable QM tools to illustrate the causes of problems and derive correlations from it. They can also describe various quality programs in Total Quality Management. Finally, students can analyze the economic efficiency of quality management systems using several calculation models. In addition, they can determine the quality of products using various measurement and testing methods and make a suitable selection of test parameters for this purpose. The students compare different QM methods in development and construction and distinguish between QM systems in procurement. They can explain QM tools used in production and draw a quality control chart. They are also able to define the importance of quality for the customer and evaluate it using methods for data acquisition and analysis like lifetime tests. Finally, the students can illustrate quality management systems along the supply chain.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> (D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 120 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
ET-EMG-22	<p>Qualitätssicherung und Optimierung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Grundlagen des Qualitätsmanagements und der Prozessoptimierung. Durch die vermittelten praktischen Kenntnisse sind die Studenten in der Lage, einfache Optimierungsaufgaben mit Mitteln der statistischen Versuchsplanung zu lösen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 45 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-VuA-42	<p>Software-Zuverlässigkeit und Funktionale Sicherheit</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls in der Lage, fundiertes Grundlagenwissen sowie anwendungsorientiertes Methoden- und Werkzeugwissen zur Entwicklung zuverlässiger Software für insbesondere sicherheitskritische Systeme zu erklären und in einfachen Fällen anzuwenden. Dies umfasst zunächst, dass die Studierenden den Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnologie, deren Einsatz zur Umsetzung sicherheitskritischer Funktionen sowie gesteigerte normative Anforderungen anhand von Fallbeispielen diskutieren und Zusammenhänge zu den auch in der Presse vielbeachteten Schwierigkeiten bei der Entwicklung komplexer technischer Systeme erläutern können. Ausgehend von dieser grundlegenden Problematik können die Studierenden die Definition und die Kenngrößen der Software-Zuverlässigkeit angeben und erklären sowie anhand aktueller Beispiele deren Bezug zur funktionalen Sicherheit erläutern. Darauf aufbauend können sie die Anforderungen für die Spezifikation, Verifikation, Validierung und Zulassung von Software wiedergeben und erläutern.</p> <p>=====</p> <p>(E) After having successfully completed this module, students are able to explain and apply in simple cases the substantiated basic knowledge as well as application-oriented methodological and tool knowledge for the development of reliable software and especially for safety-critical systems. First of all, this contains that the students can discuss the progress in information and communication technology, its use for the implementation of safety-critical functions and the increased normative requirements on the basis of case studies. They can also explain connections to the difficulties frequently presented in the press that arise in the development of complex technical systems. Based on this fundamental problem, students can specify and explain the definition and the characteristics of software reliability and explain its relation to functional safety with the help of current examples. On this basis, they can reflect and explain the requirements for the specification, verification, validation and approval of software.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) (E) 1 examination element: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes)</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 2</p>

Modulnummer	Modul	
MB-VuA-31	<p>Technische Sicherheit</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D)</p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, das Wissen zur Absicherung technischer Systeme auf konstruktiver und normativer Ebene anhand von Beispielen zu verknüpfen. Durch Vertrautheit mit dem normativen Rahmen zur Zulassung von technischen Systemen und mit den dazugehörigen Prinzipien und Institutionen können sie die Prozesskaskade von Entwurf, Prüfung und Zulassung von technischen Systemen beschreiben und diskutieren. Die Studierenden können die von technischen Systemen ausgehende Gefährdung bestimmen, indem sie die in den normativ beschriebenen Prozessen relevanten Methoden und Beschreibungsmittel auswählen und anwenden. Durch den Erwerb der grundlegenden Kenntnisse über Funktions- und Konstruktionsprinzipien sicherer Geräte, Einrichtungen, Anlagen und Systeme sind die Studierenden imstande, derartige Systeme hinsichtlich ihrer Sicherheitsrelevanz zu beurteilen und zu qualifizieren. Sie können durch die Betrachtung geeigneter Beispiele die Wirksamkeit von Sicherheitsarchitekturen bei Hardware- und Softwaresystemen beurteilen. Weiterhin sind sie in der Lage, das Sicherheitsmanagement von Unternehmen und Institutionen anhand ausgewählter Kriterien zu bewerten.</p> <p>=====</p> <p>(E)</p> <p>After the completion of the module, students will be able to link the knowledge about safety-related system development, gained by examples of real applications, on safeguarding technical systems on a constructive and normative level. This familiarity with the normative framework for the certification of technical systems and the associated principles and institutions enables the students to describe and discuss the process cascade of designing, testing and certification of technical systems. Students can determine the hazard posed by technical systems by selecting and applying the methods and means of description relevant in the normatively described processes. By acquiring basic knowledge of the functional and constructional principles of safe devices, equipment, installations and systems, students are able to assess and qualify such systems with regard to their safety relevance. They can assess the effectiveness of safety architectures for hardware and software systems considering suitable examples. Furthermore, students are able to evaluate the safety management of companies and institutions based on selected criteria.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D)</p> <p>1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E)</p> <p>1 Examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes</p>	<p>LP:</p> <p>5</p> <p>Semester:</p> <p>1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-VuA-10	<p>Technische Zuverlässigkeit</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden Systemzuverlässigkeitsmodelle auf Basis der gängigen Beschreibungsmittel, Methoden und Werkzeuge konzipieren und darauf basierend Designentscheidungen ableiten. Sie können außerdem die Grundbegriffe der Zuverlässigkeit, die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, die gängigen Verteilungsfunktionen für die Beschreibung von Lebensdauern und Zuständen sowie die statistischen Kenngrößen der Systemzuverlässigkeit benennen. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, Überlebenswahrscheinlichkeiten zur Bestimmung der Zuverlässigkeit von Einzel-/Mehrkomponenten-Systemen selbstständig zu berechnen. Anhand von Fallbeispielen können sie Wirkungen von Zuverlässigkeitsbemessung, Fehlertoleranzstrukturen und Reserve- bzw. Instandhaltungsstrategien beurteilen. Mit Hilfe von Markov-Ketten können sie außerdem Systemwahrscheinlichkeiten für Komponenten unter der Berücksichtigung der Instandhaltung quantifizieren. Weiterhin verstehen die Studierenden anhand von Beispielen die verschiedenen Konzepte der Instandhaltung.</p> <p>=====</p> <p>(E) After having completed the module, students will be able to derive system reliability models based on common means of description, methods and tools as well as making reliability design decisions based on those models. The students can formulate and name elementary definitions of reliability, probability theory, important distribution functions of component states and life times as well as statistical measures used in system reliability. Furthermore, students are able to calculate probabilities for determining the reliability of single/multi-component systems. On the basis of case studies, they can evaluate the effects of reliability assessment, fault-tolerant structures as well as reserve and maintenance strategies. Moreover, they can apply Markov chains to incorporate the aspects of maintenance into these computations. The students understand the different concepts of maintainability on the basis of selected examples.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes</p>	<p>LP: 5</p> <p>Semester: 1</p>

Modulnummer	Modul	
MB-DuS-43	<p>Unsicherheiten in technischen Systemen</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden können die Grundregeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik benennen. Sie können die Momenten Methode und die First-Order Reliability Methode anwenden. Sie können außerdem die Monte Carlo Methode verwenden, um Momente und Ausfallwahrscheinlichkeiten zu berechnen sowie deren Genauigkeit mit Konfidenzintervallen analysieren. Sie können beurteilen, welche der genannten Methoden für Modelle mit unterschiedlichen Eigenschaften und Komplexitätsgrad am besten geeignet sind. Die Studierenden verstehen den Zusammenhang und Unterschied zwischen Parameterschätzung und Bayesschen inversen Problemen und können für analytisch lösbare Referenzbeispiele den Einfluss der a priori Modellierung auf das Ergebnis analysieren.</p> <p>=====</p> <p>(E) Students can formulate and name elementary rules of probability theory and statistics. They are able to apply first-order-second-moment and first-order-reliability methods. They can also apply Monte Carlo methods to compute statistical moments and failure probabilities. Through the usage of confidence intervals, they can analyse the accuracy of Monte Carlo methods. Furthermore, they are able to identify the most efficient method for a given system, based on the model properties and complexity. Students understand the difference between parameter estimation and Bayesian inverse problems and can assess the effect of prior information for selected reference examples which can be handled analytically.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) 1 Prüfungsleistung: Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten</p> <p>(E) 1 Examination element: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	<p><i>LP:</i> 5</p> <p><i>Semester:</i> 1</p>

10. Überfachliche Profilbildung

Modulnummer	Modul	
MB-STD2-11	<p>Überfachliche Profilbildung</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>(D) Die Studierenden werden befähigt, ihr Studienfach in gesellschaftliche, historische, rechtliche oder berufsorientierende Bezüge einzuordnen (je nach Schwerpunkt der Veranstaltung). Sie sind in der Lage, übergeordnete fachliche Verbindungen und deren Bedeutung zu erkennen, zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden erwerben einen Einblick in Vernetzungsmöglichkeiten des Studienfaches und Anwendungsbezüge ihres Studienfaches im Berufsleben.</p> <p>(E) Students are able to classify their subject of study in societal, historical, legal or career-oriented references (depending on the focus of the course). They are able to recognise, analyse and evaluate higher-level subject-related connections and their significance. Students are also able to identify and implement possible interconnections of their own field of study with other subject areas as well as application references of their field of study in professional life.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>(D) Studienleistung: genaue Prüfungsmodalitäten abhängig von gewählten Lehrveranstaltungen</p> <p>(E) Course achievement: exact examination modalities depend on the chosen courses</p>	<p><i>LP:</i> 8</p> <p><i>Semester:</i> 0</p>

11. Studienarbeit

Modulnummer	Modul	
MB-STD-54	<p>Studienarbeit Messtechnik und Analytik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden sind in der Lage, sich im Team in ein komplexes Thema selbständig einzuarbeiten sowie dieses methodisch zu bearbeiten. Durch die Zusammenarbeit mit anderen Mitarbeitern erlangen sie soziale Kompetenzen, z.B. Teamfähigkeit und gesellschaftliches Bewusstsein. Durch das begleitende Seminar erhalten die Studierenden Einblick in überfachliche Qualifikationen im Bereich Projektplanung und durchführung, Berichtswesen und Personalführung. Darüber hinaus erlangen Sie kommunikative Fähigkeiten im Rahmen der Präsentation.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 2 Prüfungsleistungen: a) schriftliche Ausarbeitung (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 13/15) b) mündliche Prüfungsleistung in Form einer Präsentation (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 2/15)</p>	<p><i>LP:</i> 15</p> <p><i>Semester:</i> 3</p>

12. Abschlussmodul

Modulnummer	Modul	
MB-STD-55	<p>Abschlussmodul Messtechnik und Analytik</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Selbstständige Einarbeitung und wissenschaftlich methodische Bearbeitung eines grundlegend für die Weiterentwicklung und Forschung auf dem Gebiet des Maschinenbaus relevanten Themas. Literaturrecherche und Darstellung des Stands der Technik Erarbeitung von neuen Lösungsansätzen für ein wissenschaftliches Problem Darstellung der Vorgehensweise und der Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung. Präsentation der wesentlichen Ergebnisse in verständlicher Form.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> 2 Prüfungsleistungen: a) schriftliche Ausarbeitung (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 9/10) b) mündliche Prüfungsleistung in Form einer Präsentation (Gewichtung bei Berechnung der Gesamtmodulnote: 1/10)</p>	<p><i>LP:</i> 30</p> <p><i>Semester:</i> 4</p>

Anlage 3

Darstellung der durch das Studium zu erreichenden Lernergebnisse

Die Absolventinnen und Absolventen, die an der Technischen Universität Braunschweig den Masterabschluss Messtechnik und Analytik erworben haben, besitzen umfangreiche vertiefte natur- und ingenieurwissenschaftliche Qualifikationen, sowohl fachlicher als auch analytisch-methodischer Natur. Diese Kompetenzen bauen auf den Ausbildungszielen eines natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Bachelor-Studiums auf und befähigen für eine berufliche Tätigkeit im Bereich der Messtechnik und Analytik. Das Qualifikationsprofil zeichnet sich durch die folgenden Attribute aus:

Die Absolventinnen und Absolventen

1. verfügen über grundlegende theoretische Kenntnisse im Bereich der Metrologie (d.h. der wissenschaftlichen Untersuchung des Messens und der Messtechnik) und können diese sicher und fachgerecht in der Praxis ein- und umsetzen, wobei auch Wissen aus anderen Fachbereichen zur Problemlösung herangezogen wird.
2. sind mit grundlegenden Konzepten des metrologischen Qualitätsmanagements vertraut und somit u. a. in der Lage, Messgeräte mittels moderner und innovativer Methoden zu kalibrieren.
3. sind in der Lage, auf Basis von umfangreichen und komplexen Berechnungs- und Untersuchungsergebnissen statistisch abgesicherte sowie wissenschaftlich fundierte Aussagen zur Messunsicherheit, unter Berücksichtigung der Anwendbarkeit und Grenzen der dabei verwendeten Techniken und Systeme, zu formulieren und zu vertreten.
4. haben ihr technisches Wissen in praktischen Versuchen und mittels Computerberechnungen und -simulationen aktiviert und können fachliche Fragestellungen sowohl experimentell als auch durch Berechnung und Simulation selbstständig untersuchen.
5. haben ihre bereits vorhandenen Kenntnisse und Kompetenzen interdisziplinär erweitert und Grundlagenkenntnisse in angrenzenden Fachdisziplinen erworben. Sie kennen wichtige Grundbegriffe und Grundkonzepte der jeweiligen Fachdisziplin und sind in der Lage, Fachgespräche mit Expertinnen und Experten auf diesen Gebieten zu führen.
6. arbeiten sich in für sie bisher unbekannte Teilgebiete der Metrologie und bisher unbekannte Fachkulturen eigenständig ein und erweitern, basierend auf dem vertieften und gefestigten Grundlagenwissen, ihre Kenntnisse problemlos und zeitlich adäquat.
7. haben ihr bereits vorhandenes Wissen in einer der drei interdisziplinären Vertiefungsrichtungen erweitert und vertieft. Sie haben Sicherheit im Umgang mit den Anforderungen ihrer Disziplin erlangt sowie ein kritisches Bewusstsein für Anwendungen und Umsetzung neuer Erkenntnisse, vor allem im Hinblick auf die wissenschaftliche Anwend- und Verwertbarkeit, entwickelt.
8. sind in der Lage, auch unter schwierigen Randbedingungen komplexe Problemstellungen wissenschaftlich und fachgerecht zu analysieren und mittels innovativer, interdisziplinärer und auch selbstständig entwickelter Methoden zu lösen.

9. verstehen es, auf Basis fundierter physikalischer, chemischer und ingenieurwissenschaftlicher Grundlagen, für spezielle Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Messtechnik und Analytik innovative Konzepte, geeignete Prozesse und Produkte zu erarbeiten und zu entwickeln sowie deren Wirkungsweise zu beurteilen.
10. können die Eignung eines Prüfprozesses für die Lösung einer Prüfaufgabe fachgerecht beurteilen, wobei eine weitreichende Anzahl unterschiedlicher Messgrößen vorliegen kann. Sie sind befähigt, die für einen erforderlichen Prüfprozess notwendigen Informationen zu identifizieren sowie den Prozessablauf vom Konzept bis hin zur praktischen Umsetzung zu planen und durchzuführen. Sie können die dabei anfallenden Daten auf wissenschaftlich fundierte Weise analysieren und verifizieren und die Ergebnisse hinsichtlich der Richtigkeit und Relevanz interpretieren und dokumentieren sowie Schlussfolgerungen aus diesen ziehen.
11. sind in der Lage, in interdisziplinären Teams zu kommunizieren und zu agieren sowie die Teams und deren Aufgaben zu koordinieren und zu leiten und damit Führungsverantwortung zu übernehmen.
12. übernehmen bewusst die Verantwortung für ihre Handlungen und Aussagen, die zur Problemlösung beitragen.
13. sind befähigt, auch nichttechnische Auswirkungen der Tätigkeiten zu erkennen und im Handeln zu berücksichtigen.
14. sind in der Lage, erworbene Erkenntnisse, die zur Erweiterung des Fachwissens und der Berufspraxis ihres Bereichs beitragen, fachgerecht zu kommunizieren. Sie können komplexe Sachverhalte sowie (eigene) Forschungsergebnisse mit der notwendigen Sicherheit sowohl in Fachkreisen als auch mit fachfremdem Publikum diskutieren.
15. haben durch ein forschendes Lernen wichtiges Handwerkzeug für die Durchführung von Forschungsarbeiten erlernt und sind befähigt, eine wissenschaftliche Tätigkeit mit dem Ziel einer Promotion auszuüben.